

# Трансляція SDL- специфікацій в модифіковані мережі Петрі

А. С. Заболотна

*Робота присвячена дослідженню проблеми автоматичної побудови мережеских моделей SDL-специфікацій розподілених систем. Мова специфікацій та опису SDL прийнята в якості міжнародного стандарту. Розглядаються SDL-системи з таймерами, засобом збереження сигналу та пріоритетами, що дозволяють адекватно представити значний клас комунікаційних протоколів.*

*В якості моделей вибрані кольорові мережі Петрі, котрі розширюються за допомогою семантики часу та пріоритетів. В роботі описується метод трансляції SDL-систем в дану мережеску модель.*

---

## Вступ

---

Верифікація розподілених систем взагалі та комунікаційних протоколів зокрема - актуальна проблема сучасного програмування. Для представлення розподілених систем часто використовується мова виконуваних специфікацій SDL [1, 2], прийнята в якості стандарту ITU. Перевага SDL в її виразності, проте, саме вона і ускладнює аналіз та верифікацію специфікацій цих систем. Один із підходів полягає в автоматичному переводі специфікацій розподілених систем в моделі, для яких розроблені ефективні методи аналізу. В якості моделей вибрані модифіковані кольорові мережі Петрі, названі ієрархічними часовими типізованими мережами (ІЧТ-мережами) [3]. ІЧТ - мережі розширюють безпечні кольорові мережі Петрі за допомогою понять часу (семантика Мерліна), пріоритетів, а також спеціальних місць, що зображують черги фішок.

---

## Транслятор з SDL в мережеві моделі

---

Алгоритм перекладу SDL-специфікацій в мережеві моделі системи SDLE реалізований методом двопрхідної трансляції. На першому проході модулем синтаксичного аналізатора будується внутрішнє представлення специфікації, а на другому - за цим поданням генерується ієрархічна мережева модель.

Транслятор функціонує наступним чином. Модуль аналізатора обробляє текстовий файл, що містить SDL-специфікацію, тобто здійснює лексичну згортку та синтаксичний розбір і будує внутрішнє представлення специфікації. У разі відсутності помилок запускається модуль генерації мережевої моделі. Спочатку будується внутрішнє представлення ІЧТ-мережі, а потім здійснюється її візуалізація в системі SDLE.

Ієрархічна мережева модель (ІЧТ-мережа) - це композиція безлічі неієрархічних мереж, званих сторінками. Сторінки можуть містити вершини спеціального типу, які називаються модулями і з'єднуються з місцями на сторінці за тим же принципом, що і переходи.

Модуль представляє підмережа, що розташовується на окремій сторінці, яка в свою чергу може містити модулі. Така сторінка називається підсторінкою сторінки, на якій розташовується модуль. Підсторінка містить копії всіх місць, з якими пов'язаний модуль. Місце-копія може бути вхідним місцем для деякого переходу або модуля на підсторінці тоді і тільки тоді, коли його прототип є вхідним місцем для модуля, що представляє підсторінку. Аналогічно, тільки копія вихідного місця-прототипу може бути вихідним місцем деякого переходу або модуля на підсторінці.

Поведінка ієрархічної мережі визначається поведінково еквівалентної їй неієрархічною мережею, яка отримана в результаті заміщення всіх модулів сторінками, які вони

представляють. При цьому кожен модуль разом зі своїми дугами видаляється зі сторінки, а на його місце заноситься підмережа, що розташовувалася на підсторінці. З'єднання мереж відбувається за місцями: кожне місце-прототип склеюється з усіма своїми копіями.

Побудова внутрішнього представлення мережі проводиться за кроками, що відповідають етапам в описі алгоритму трансляції. В першу чергу створюється кореневий рівень ієрархічної мережі, що складається з модулів системи SDLE, що представляють блоки SDL-специфікації. Також на цьому етапі створюються місця-черги, які моделюють канали. Ці модулі та місця з'єднуються дугами згідно з описом SDL-системи. Наступні чотири кроки генерації виконуються послідовно для кожного блоку.

На другому проході алгоритм генерує мережу, яка реалізує блок SDL-специфікації. Ця мережа, у свою чергу, містить модулі, що відповідають процесам, і місцям-чергам, що моделюють маршрути сигналів. Ці модулі та місця з'єднуються дугами згідно з описом блоку.

Далі генерується мережа, що реалізує процес SDL-специфікації. Вона містить модулі, що відповідають SDL-переходам процесу, місцям, що моделюють змінні та лічильники, і деяким службовим місцям. На цьому етапі побудови мережі дуги не створюються, а добуваються на наступному кроці, оскільки не можна заздалегідь вказати, на яких переходах використовується змінна або таймер.

На наступному кроці трансляції SDL-переходів створюється підмережа, в якій реалізується логіка SDL-переходу. В процесі побудови цієї мережі створюються дуги для мережі третього рівня.

На завершальному етапі будуються модулі, що реалізують процедури і дії з таймерами, якщо такі є.

При побудові мережі в системі SDLE використовуються засоби створення ієрархічних мережевих моделей, що надаються цією системою. Після того як мережа створена, здійснюється розміщення її елементів на площині, тобто кожному елементу приписуються координати на відповідних сторінках системи SDLE. При цьому фрагменти мережі, які реалізують дії SDL-переходів, розміщуються типовим чином.

---

## Система SDLE

---

Система SDLE являє собою інтегрований програмний комплекс для проектування, аналізу та симуляції моделей ІЧТ-мереж, що включає:

- транслятор з мови SDL;
- симулятор — блок імітаційного моделювання.

Цикл роботи користувача в системі SDLE виглядає наступним чином. Будується вихідна мережева модель досліджуваної системи, або ця мережева модель виходить яким-небудь іншим способом, наприклад, як результат трансляції з мови здійснених специфікацій SDL. Потім проводиться симуляція моделі в автоматичному режимі. Система дозволяє візуально контролювати хід симуляції, відстежувати аналіз структурних властивостей поетапно. За результатами симуляції вихідна модель уточнюється, і цикл розробки повторюється до отримання задовільних результатів.

Симулятор дозволяє простежити за процесом функціонування мережі при заданій початковій розмітці. При цьому часто вдається виявити семантичні помилки моделі, які проявляються у неочікуваній поведінці мережі.

---

## Висновок

---

Автоматична генерація мережевих моделей комунікаційних протоколів істотно скорочує трудомісткість проведення експериментів по їх верифікації, а використання принципу

ієрархії - порівневого створення мережі - робить можливим побудову мережевих моделей для систем реальної складності. Моделювання протоколів за допомогою мереж Петрі дозволяє розпізнавати семантичні помилки, які важко виявити стандартними методами тестування.

За допомогою описаного транслятора були отримані мережеві моделі для SDL-протоколів та проведені відповідні експерименти. У ході експериментів було виявлені семантичні помилки в цих протоколах.

---

### Список літератури

---

- [1] Specification and Description Language (SDL). Recommendation Z.100. — ITU-T, 2000.
- [2] Карабегов А.В., Тер - Микаэлян Т.М. Введение в язык SDL. М.: Радио и связь, 1993.
- [3] Jensen K. Colored Petri Nets: Basic Concepts, Analysis Methods and Practical Use. Springer -Verlag, 1997. Vol.1-3.
- [4] Jensen K., Christensen S., Wells L. Colored Petri Nets and CPN Tools for Modeling and Validation of Concurrent Systems // Intern. J. on Software Tools for Technology Transfer/ 2007/ Vol. 9. P. 213-254.

---

### Автори

---

**Анастасія Степанівна Заболотна** — аспірантка 1-го року навчання, кафедра інформаційних систем, факультет кібернетики, Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, Україна; E-mail: [ZabolotnaA@gmail.com](mailto:ZabolotnaA@gmail.com)