Диссипативные структуры типа "цикл" в ПО, существующем в режиме многопоточного выполнения исполняемого программного кода

Мельников С.В.

МГТУ Московский государственный технический университет радиотехники, электроники и автоматики

Рассмотрим закрытую диссипативную информационную систему. Под термином «закрытая» имеется в виду система, которая не обменивается данными с внешним миром. В соответствии с вторым законом термодинамики, данная система будет эволюционировать в направлении увеличении энтропии или:

(1) $dS > 0$

Открытыми информационными системам будем считать системы, обменивающиеся данными с внешним миром. Из этого утверждения неявно следует, что носителем энтропии являются данные (информация). Для открытых систем утверждение (1) можно переформулировать следующим образом:

(2) $dS = dSi + dSe$

где dSi - изменение энтропии обусловленное внутренними процессами в системе, dSe - изменение энтропии, обусловленное потоком энтропии, возникающим при информационном обмене с внешним миром. Стоит отметить, что второму закону термодинамики в уравнении (2) подчиняется только член dSi, который всегда больше нуля, в отличии от члена dSe, который может иметь любой знак. Фундаментальным отличием открытых систем от закрытых является то, что суммарное изменение энтропии dS может быть меньше нуля (за счет члена dSe). Данное явление можно назвать «порядок из хаоса». В открытых системах в процессе их существования могут возникать пространственные структуры макро-размеров. В закрытых же системах диссипативные процессы размывают неоднородности и приводят к однородному, не зависящему от времени состоянию.

Изучение диссипативных структур началось с исследования реакции Белоусова-Жаботинского, для объяснения которой И. Пригожиным была создана модель «брюсселятор», показывающая возникновение диссипативных структур.

Автор попытался восполнить этот пробел, создав простую систему, демонстрирующую возникновение диссипативных структур. Система активно обменивается информацией с внешним миром. Во время ее работы возникает циклическое изменение количества объектов, отражающих внутреннее состояние системы. Схематично процессы, протекающие в системе можно изобразить так:

(3)

```
   A -> X
B + X -> Y + D
2X + Y -> 3X
   X -> Y
```

Система обменивается с внешним миром объектами типов A, B, D, E. Под термином «объект» следует понимать сообщение или Э.С.Е., т.е. атомарное сообщение, передающее информацию, которое невозможно разделить на составные части. Сообщения типов A и B поступают в систему, а сообщения типов D, E удаляются из системы. Система существует в состоянии постоянного потока сообщений типов A, B. Обработка поступающих сообщений производится по правилам (3). Стоит обратить внимание на наличие «автокаталитического» правила (третье в (3)).

Записывалось количество объектов X и Y, существующих в системе и характеризующих ее состояние. В результате тестового выполнения был получен траектория состояния системы в фазовом пространстве, представляющая собой цикл.

На графике количества объектов X, Y также хорошо заметны возникшие макро-циклы концентраций и сменяющие их последовательности малых циклов. Стоит отметить, что ощутимую случайность в поведение системы, вносит планировщик выполняющихся потоков ОС и непредсказуемый фактор общей фоновой загрузки процессора.

Система демонстрирует циклическое поведение. Но в логике работы, описанной в (3), не содержится никаких переменных состояния, описывающее глобальное состояние системы, лишь переменные, описывающие микросостояние системы – концентрации объектов X и Y и правила их преобразования. Это позволяет отнести возникающие циклы к классу макро-структур, возникающих в открытой диссипативной системе или по другому – диссипативных структур.

Заключение:

В работе автором показано возникновение диссипативных структур в простой открытой информационной системе, обрабатывающей входные данные по заранее определенным правилам. Система не содержит переменных, хранящих макро-состояние и характеризуется только лишь микро-характеристиками – количеством объектов внутреннего состояния системы. Однако система демонстрирует «запоминание» собственного макро-состояний: возникновение макро-структур типа «цикл», которые также называются «диссипативными структурами».

Список использованных источников:

1. Пригожин И., Николис Г. Самоорганизация в неравновесных системах: От диссипативных структур к упорядоченности через флуктуации. — М.: Мир, 1979. — 512 с.
2. Лийв Э.Х.. Инфодинамика. Обобщённая энтропия и негэнтропия. — Таллинн, 1998. — 200 с.
3. Заличев Н.Н.Энтропия информации и сущноць жизни. - Москва.: "Радиоэлектроника", 1995. - 192с.