Языки описания схем

mk.cs.msu.ru → Лекционные курсы → Языки описания схем

Блок 29

Хороший код и плохой код
Данные и управление
Операционный и управляющий автоматы

Лектор:
Подымов Владислав Васильевич
E-mail:
valdus@yandex.ru

ВМК МГУ, 2023/2024, осенний семестр

Вступление: хороший код и плохой код

В программировании (например, на том же C/C++) есть свод писаных и неписаных правил, оценивающих высокоуровневую организацию (*архитектуру*) кода как хорошую или плохую

Будем условно называть такие правила правилами (требованиями) стиля

Проектирование схемы на языке высокого уровня абстракции (например, $\mathcal{V}$) — это **тоже программирование**, только в особой парадигме, использующей:

- особый набор примитивных понятий
  - точки, сигналы, фронты, такты, ...
- особый набор команд
  - вентили, комбинационные операции, триггеры, ...
- особый вид композиции команд
  - соединение проводами

Поэтому можно предъявлять требования стиля и к коду схемы

Вступление: хороший код и плохой код

Правила стиля можно (огрублённо) поделить на несколько категорий:

- Универсальные: без изменений дословно применяющиеся ко всем парадигмам и языкам
- Полууниверсальные: имеющие для всех или многих парадигм одинаковую идею, но разные технические детали, адаптирующиеся под конкретные парадигмы
- Специальные: имеющие смысл только для одной или нескольких (немногих) парадигм

Вступление: хороший код и плохой код

Примеры универсальных правил стиля (применительно к $\mathcal{V}$):

- Разрабатывать схему, мысля не в терминах парадигмы языка (схемной), — это плохо
- Концентрировать в одном месте столько деталей, что их трудно удержать в уме, — это плохо
- Обобщать и инкапсулировать — это хорошо, если восприятие и использование кода упрощается, и плохо, если нет
- «Изобретать велосипед» — это плохо, а использовать готовое (готовые модули $\mathcal{V}$, архитектурные решения и т.п.) — это хорошо
  - Только, увы, для схем готовое нередко оказывается недоступным из коммерческих соображений, так что «велосипеды» нередки

Вступление: хороший код и плохой код

Примеры полууниверсальных правил

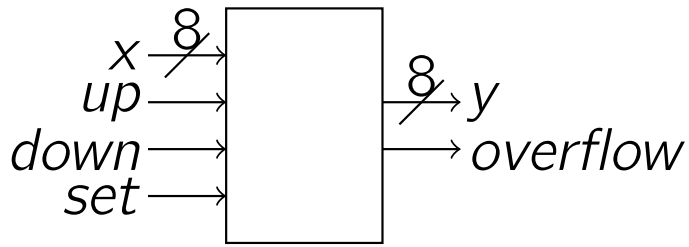
- Разбивать код на «обозримые» обособленные «логически целостные» подсхемы и группы подсхем, модули — это хорошо, а «смешивать» разнородные подсхемы в одном месте — это плохо
- Объединять точки, выполняющие общую задачу, в шины — хорошо, если восприятие кода упрощается и использование не очень усложняется, и плохо иначе
- Делать явное преобразования типов — хорошо, если эти преобразования неочевидны и могут привести к ошибке по невнимательности, и плохо, если очевидны

Можете вспомнить ещё много таких правил, опираясь на известные языки программирования (в том числе на C/C++), и применить их к $\mathcal{V}$

А подробного разговора заслуживают специальные правила стиля

Сквозной пример

Правила разработки хорошего кода будут обсуждаться на примере такой синхронной схемы с асинхронным сбросом (будем отсылать к нему как к управляемому счётчику):



$$y(1) = 0 \qquad\qquad overflow(1) = 0$$

$$y(t+1) = \begin{cases} x(t), & \text{если } set(t) = 1; \\ y(t) + 1, & \text{если } set(t) = 0 \text{ и } up(t) = 1; \\ y(t) - 1, & \text{если } set(t) = up(t) = 0 \text{ и } down(t) = 1 \\ y(t) & \text{иначе} \end{cases}$$

$overflow(t+1) = 1 \quad \Leftrightarrow$
при переходе от $y(t)$ к $y(t+1)$ происходит арифметическое переполнение

Данные и управление в схеме

Основное специальное правило стиля при разработке схем в целом и при использовании $\mathcal{V}$ в частности, которое рекомендуется осознать и научиться умело использовать, — это

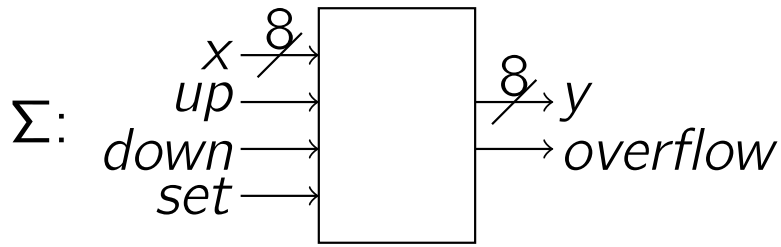
принцип разделения данных и управления

Согласно этому принципу, все точки схемы делятся на два класса: информационные и управляющие

Значениями в управляющих точках задаются «настройки» выполнения схемы: режимы работы, наступление исключительных случаев, выбор способов пересылки и преобразования сигналов, ...

Значения в информационных точках (данные) пассивно преобразуются схемой согласно текущим настройкам, задающимся управляющими значениями

Данные и управление в схеме



Например, в управляемом счётчике:

- данные со входа *x* по необходимости сохраняются и преобразуются и в конечном итоге направляются в выход *y*
- значения на входах *up*, *down*, *set* управляют способом преобразования и перенаправления данных
- если значение на выходе *overflow* будет использоваться в другой схеме, то скорее всего оно будет управлять выполнением схемы, отмечая наступление исключительного случая

Операционный и управляющий автоматы

В соответствии с делением точек на управляющие и информационные вся схема делится на две подсхемы:

операционный автомат и управляющий автомат[1]

Операционный автомат содержит все подсхемы, портами которых являются информационные точки, и «ничего лишнего»: реализацию

- всех способов преобразования данных схемой, но **не** управления выбором этих способов в конкретные моменты времени, и
- управляющих значений, задающихся непосредственно данными (свойств данных), для отправки в управляющий автомат

Управляющий автомат содержит всё остальное:

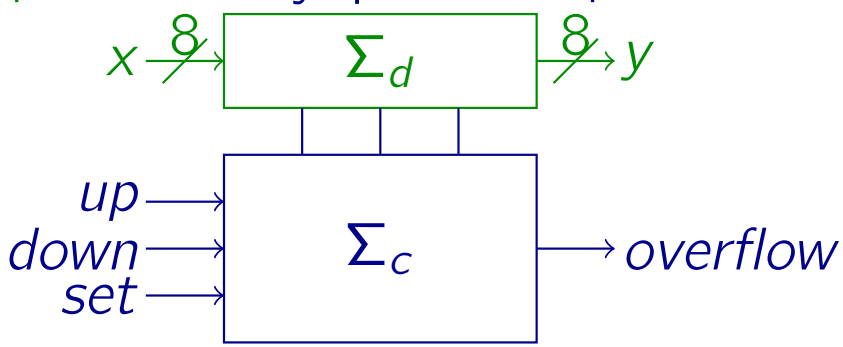
- подсхемы управления преобразованием данных и управляющие выходы схемы, нетривиально соотносящиеся с данными,
- и при этом **не содержит никаких данных**

Операционный и управляющий автоматы

В «западной» литературе и её переводе можно также встретить и другие названия этих подсхем:

- Операционный автомат: datapah, контур данных, data unit, блок данных
- Управляющий автомат: controlpath, контур управления, control unit, блок управления

Например, в управляемом счётчике
разделение на операционный и управляющий автоматы выглядит так:



Операционный и управляющий автоматы

При использовании разделения данных и управления соответствующие автоматы нередко разрабатываются почти независимо:

- При разработке операционного автомата следует задумываться только о способах преобразования и свойствах данных
- При разработке управляющего автомата следует задумываться только о преобразовании управляющих значений

Такая независимая разработка позволяет:

- «Идеологически» упростить код
- Независимо применять разные подходы к разработке подсхем
- Избегать «глупых» ошибок, возникающих по недосмотру при смешении разнородных деталей реализации
- Улучшить поддерживаемость и упростить переиспользование кода