Языки описания схем

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

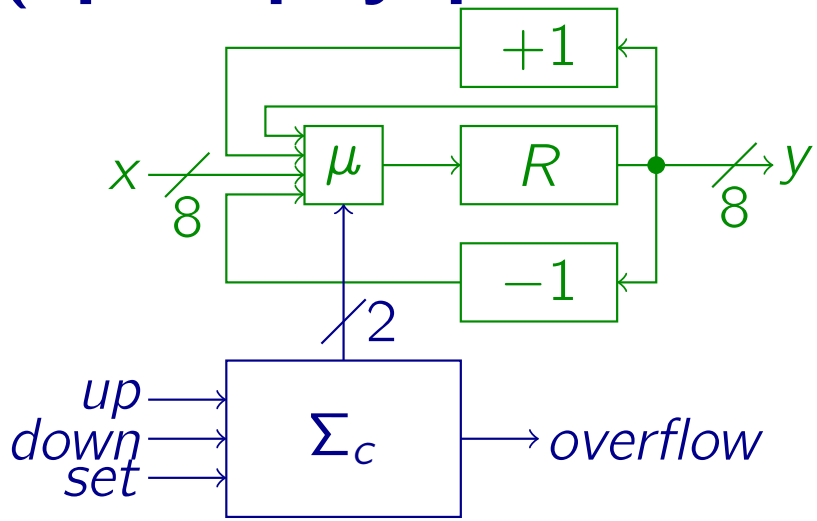
Блок 31

Как дополнить
операционный автомат управляющим

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

ВМК МГУ, 2024/2025, осенний семестр

Напоминание (пример, управляемый счётчик)

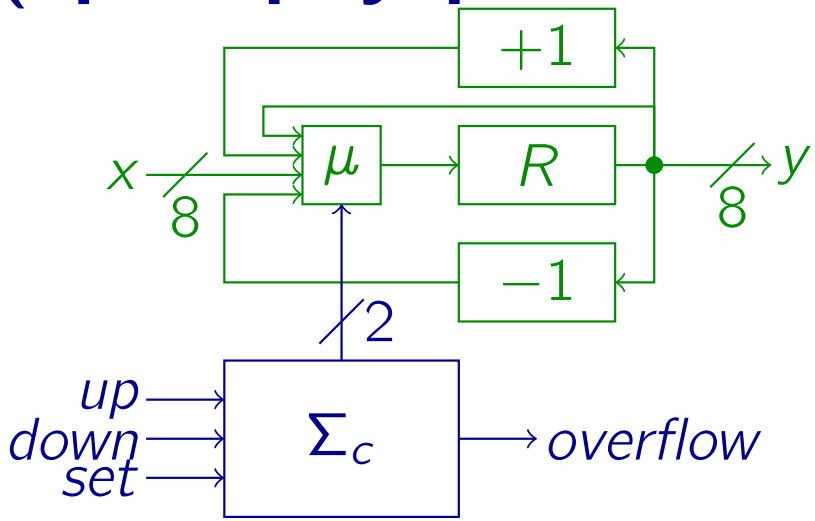


$y(1) = 0$ $\qquad\qquad$ $overflow(1) = 0$

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

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

Напоминание (пример, управляемый счётчик)



Попробуем, зная смысл всех управляющих сигналов и устройство операционного автомата, спроектировать управляющий автомат Σ_c
Для этого зададимся несколькими вопросами:

1. Как выходные значения Σ_c должны зависеть от входных, чтобы на выходах всей схемы появлялись подходящие значения?
2. Зависят ли выходные значения Σ_c от данных, содержащихся в операционном автомате?

При ответе на второй вопрос может понадобиться дополнить операционный автомат подсхемами, распознающими свойства данных для пересылки в управляющий автомат

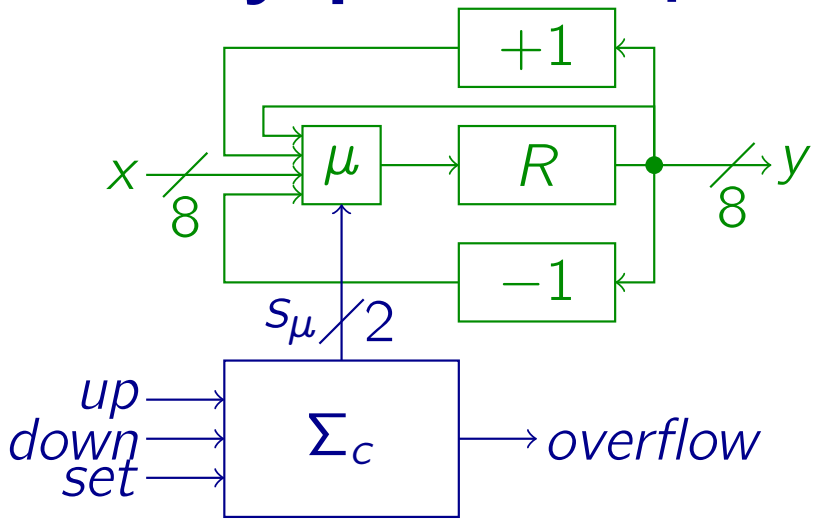
Типовое устройство управляющего автомата

Если текущее значение на выходе Σ_c **однозначно** определяется текущими значениями на входах, то входы и выход достаточно соединить подходящей комбинационной схемой

Иначе один из типовых способов разработки Σ_c — это разработка и типовая реализация подходящего символьного автомата $\mathcal{A}$:

- входные переменные $\mathcal{A}$ = входы Σ_c
- предикаты $\mathcal{A}$ = выражения выбранного языка описания схем
- выходные буквы $\mathcal{A}$ = наборы значений на выходах Σ_c
- входные буквы $\mathcal{A}$ читаются
  при переходе от текущего такта к следующему в Σ_c
- выходной символ в заданном состоянии $\mathcal{A}$ — это
  - значения на выходах Σ,
    которые должны **немедленно** установиться при переходе в состояние
  - значения, посылаемые в Σ_d и определяющие то, как состояние Σ_d должно измениться **при переходе к следующему такту**

Как спроектировать управляющий автомат



Правда ли, что значение s_μ однозначно определяется значениями *up*, *down* и *set* в тот же момент времени?

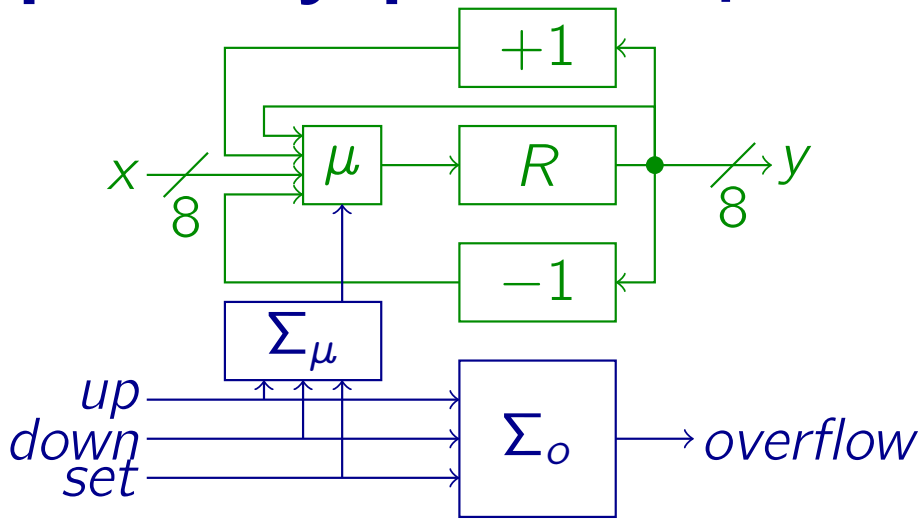
При переходе к следующему такту на выход μ должен перенаправляться

- *нижний* вход, если $set = 1$ (*в тот же момент*)
- *второй снизу* вход, если $set = up = 0$ и $down = 1$
- *второй сверху* вход, если $set = 0$ и $up = 1$
- *верхний* вход, если $up = down = set = 0$

Значит, ответ на поставленный только что вопрос — **да**

Обозначим соответствующую комбинационную схему записью Σ_μ

Как спроектировать управляющий автомат

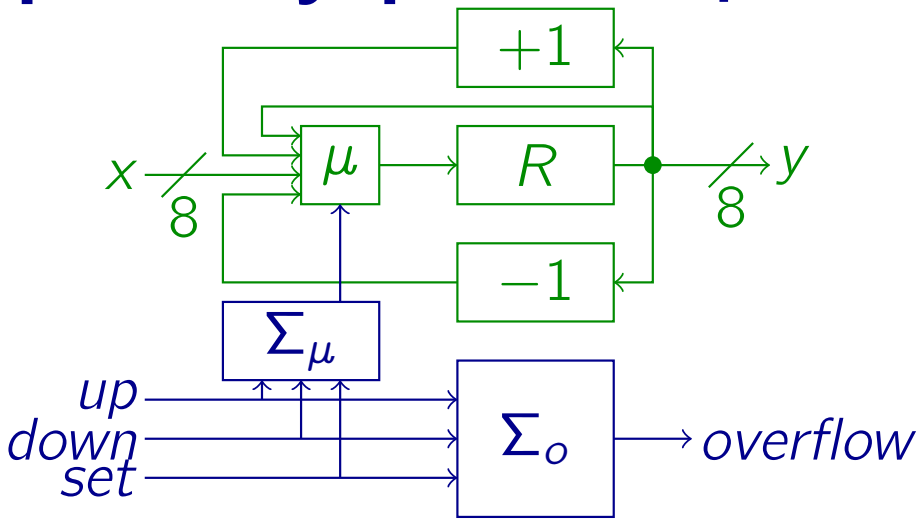


Правда ли, что значение *overflow* однозначно определяется значениями *up*, *down*, *set* в тот же момент времени?

Очевидно, что **нет**: текущее значение *overflow* зависит

- от значений *up*, *down*, *set*
  в момент перехода от предыдущего такта к текущему и
- от значения *y* на предыдущем такте

Как спроектировать управляющий автомат



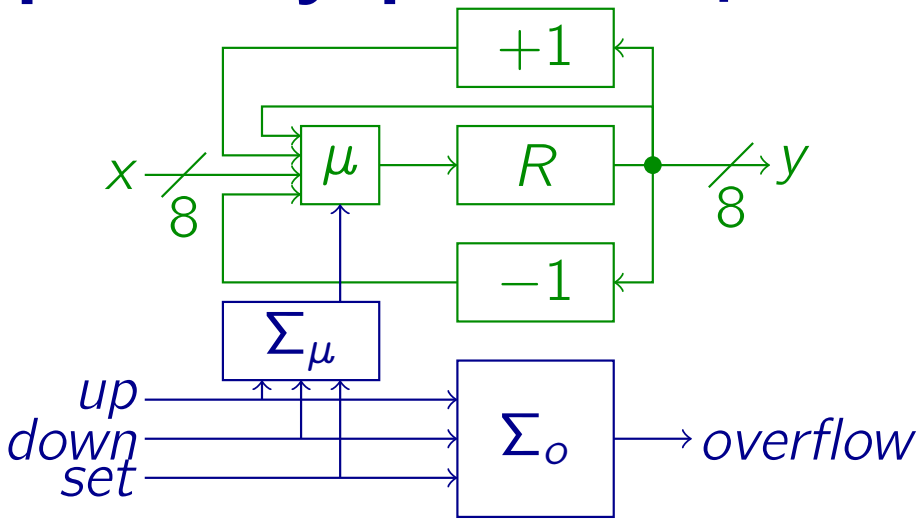
Проблема 1: *overflow* зависит от данных y

Если **строго** придерживаться принципа разделения данных и управления, то **запрещено** посылать данные y в Σ_o

Вместо этого можно

- выяснить, от каких *свойств* значения y зависит *overflow*
- добавить в операционный автомат подсхемы, распознающие эти свойства
- объявить результаты распознавания управляющими сигналами и послать в Σ_o

Как спроектировать управляющий автомат



Проблема 1: *overflow* зависит от данных y

Переполнение происходит в двух случаях:

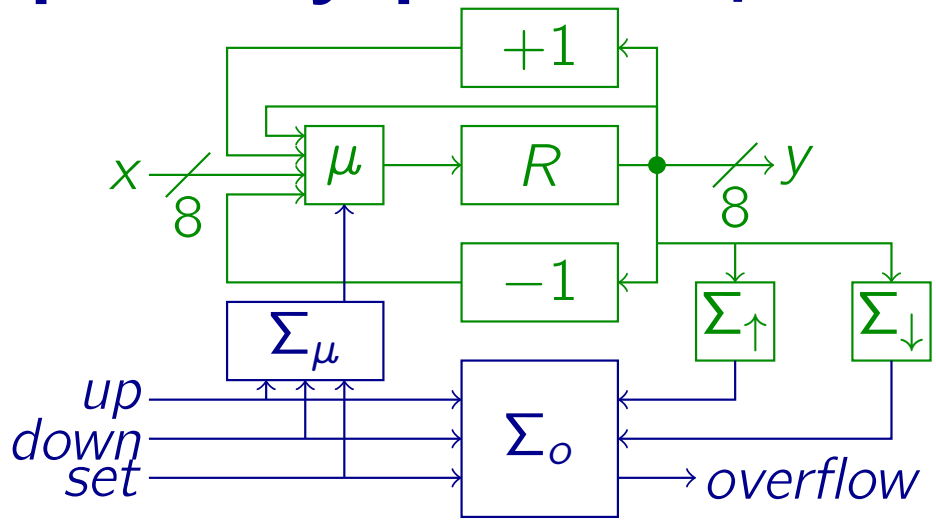
1. $y = (11111111)$ при увеличении значения
2. $y = (00000000)$ при уменьшении значения

Добавим в операционный автомат подсхемы $\Sigma_\uparrow$, $\Sigma_\downarrow$:

- обе принимают на вход y и выдают на выход булево значение ($b_\uparrow$ и $b_\downarrow$ соответственно)
- $b_\uparrow = 1 \Leftrightarrow y = (11111111)$
- $b_\downarrow = 1 \Leftrightarrow y = (00000000)$

Точки $b_\uparrow$, $b_\downarrow$ объявим управляющими и пошлём на вход Σ_o

Как спроектировать управляющий автомат

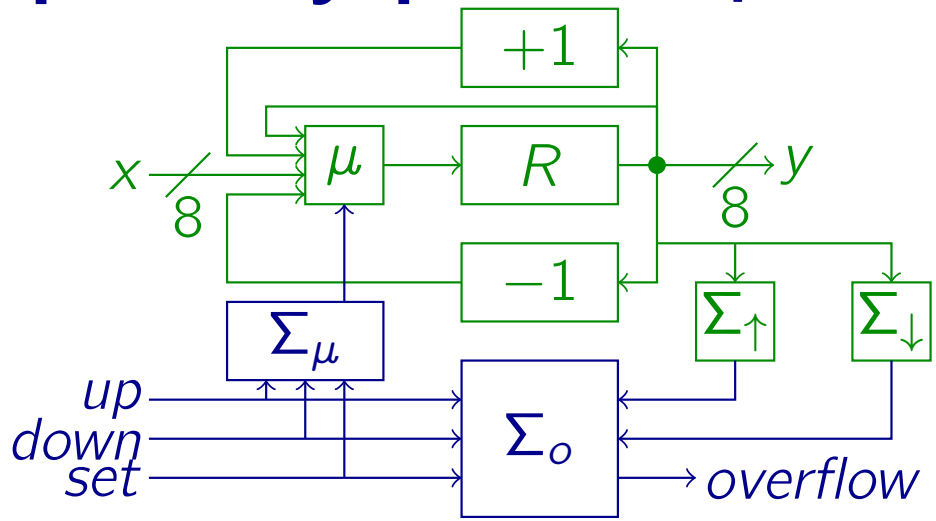


Проблема 2: *overflow* зависит от входов Σ_o **некомбинационно**

Попробуем придумать символьный автомат $\mathcal{A}_o$,
описывающий зависимость *overflow* от входов Σ_o

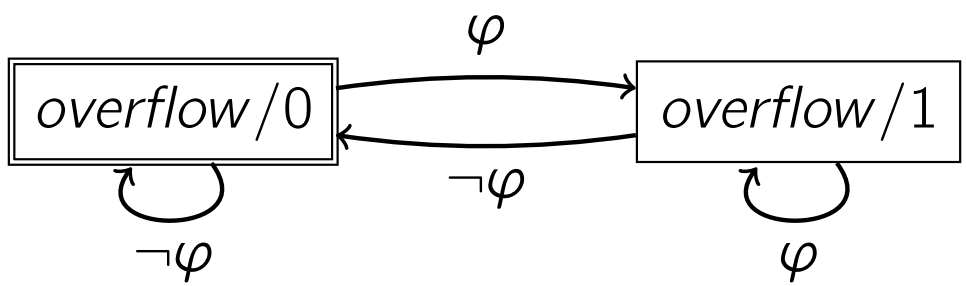
Если получится это сделать, то останется только
«бездумно» реализовать Σ_o как схему, соответствующую $\mathcal{A}_o$,
и схема Σ (наконец-таки!) будет полностью спроектирована

Как спроектировать управляющий автомат

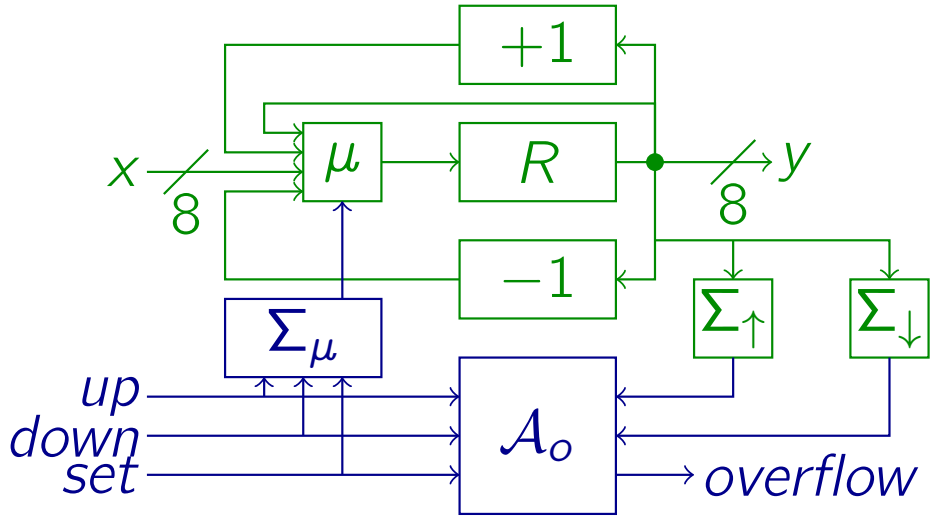


Проблема 2: *overflow* зависит от входов Σ_o **некомбинационно**

Ответ ($\mathcal{A}_o$): (φ: $\neg set \,\&\, (up \,\&\, b_\uparrow \vee \neg up \,\&\, down \,\&\, b_\downarrow)$)



Итог

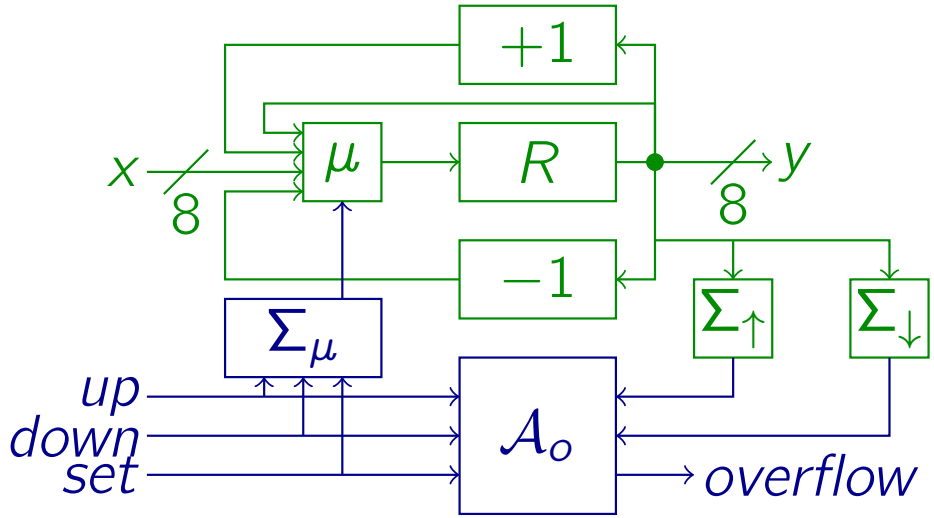


Разработка схемы управляемого счётчика со строгим разделением данных и управления завершена

В этом примере результат может показаться неоправданно громоздким и объёмным

Это впечатление проистекает в основном из простоты примера и уравновешивается массой преимуществ — в том числе: ...

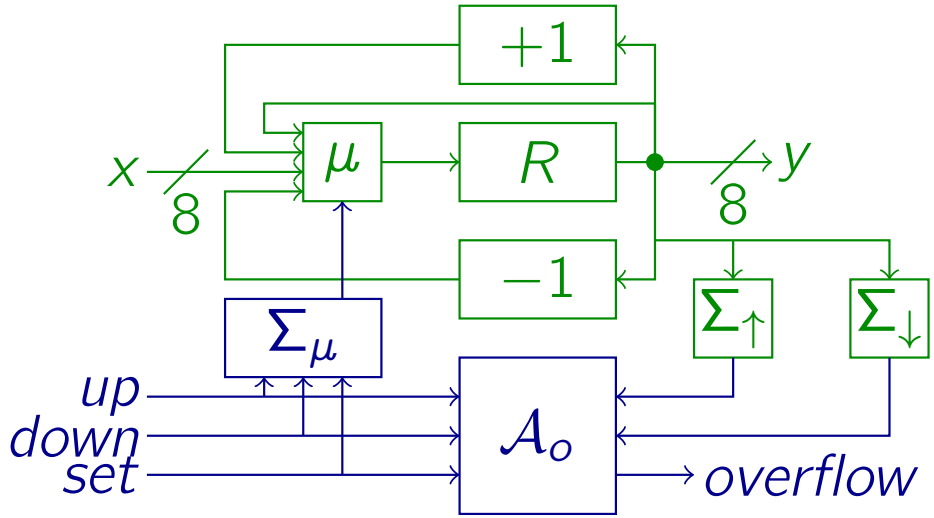
Итог



- В этой схеме очень хорошо видно следование модульной парадигме программирования

- Поиск ошибки при отладке завершается в одной из небольших «логически целостных» подсхем, исправить ошибку достаточно просто, и исправление предсказуемо влияет на результат

Итог



- И разработка, и отладка схемы упрощаются тем, что проектировать каждую подсхему пожно почти независимо от остальных, и для этого требуется размышлять ровно над одним из трёх вопросов, не смешивая их:
  - Какие способы преобразования данных нужны в схеме? (операционный автомат)
  - Как следует управлять этими способами? (управляющий автомат)
  - Какие свойства данных потребуются для такого управления? (реализация свойств данных в операционном автомате)