Языки описания схем

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

Блок 23

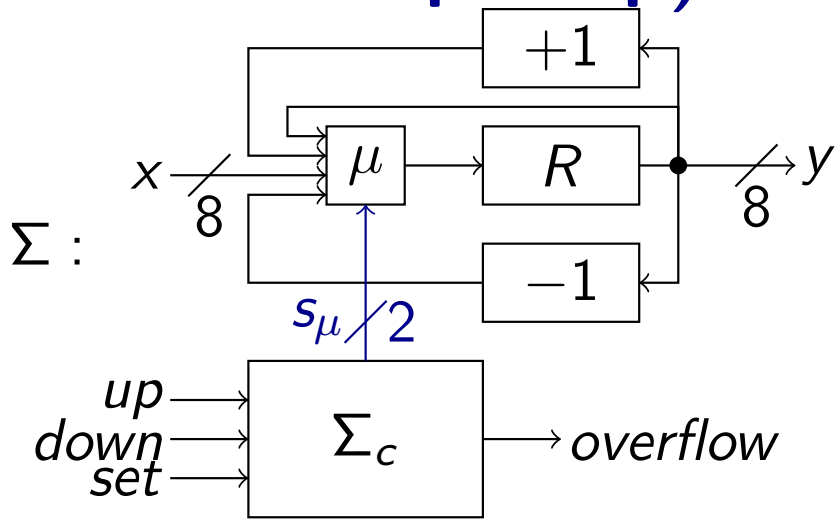
Как дополнить
операционный автомат управляющим

Лектор:
Подымов Владислав Васильевич

E-mail:
valdus@yandex.ru

ВМК МГУ, 2020, осенний семестр

Вступление (сквозной пример)



$y(1) = 0$

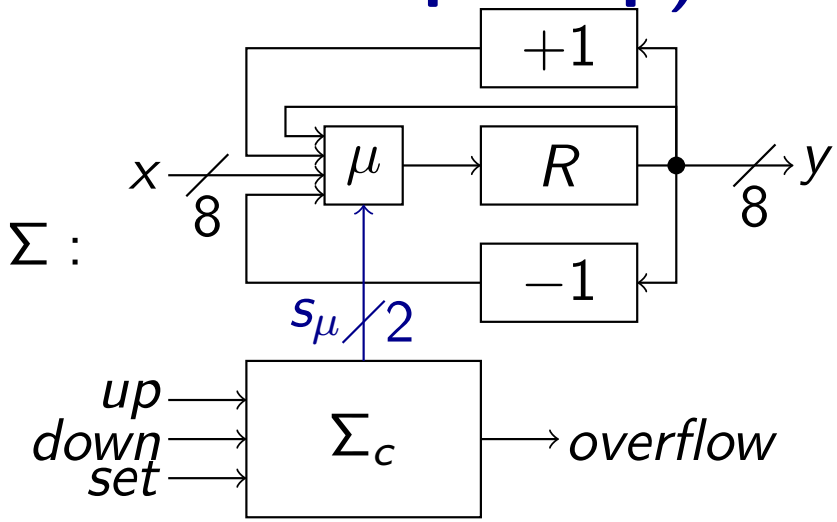
$overflow(1) = 0$

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

$overflow(t+1) = 1 \quad \Leftrightarrow$

при переходе от $y(t)$ к $y(t+1)$ происходит арифметическое переполнение

Вступление (сквозной пример)



Попробуем, зная смысл всех управляющих сигналов и устройство операционного автомата, спроектировать *управляющий автомат* Σ_c

Для этого зададимся несколькими вопросами:

Как выходные значения Σ_c должны зависеть от входных, чтобы на выходах схемы появлялись подходящие значения?

Зависят ли выходные значения Σ_c от данных, содержащихся в операционном автомате?

При ответе на второй вопрос может понадобиться дополнить операционный автомат подсхемами, собирающими сводную информацию о данных для пересылки в управляющий автомат

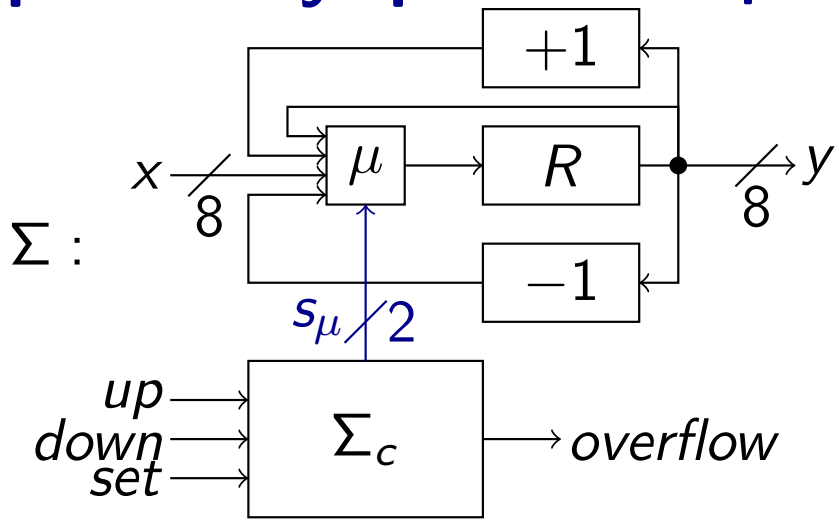
Типичное устройство управляющего автомата

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

Если предыдущее условие неверно, то (*нередко*) Σ_c проектируется как 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
- в выходном символе состояния $\mathcal{A}$ записаны
  - 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?

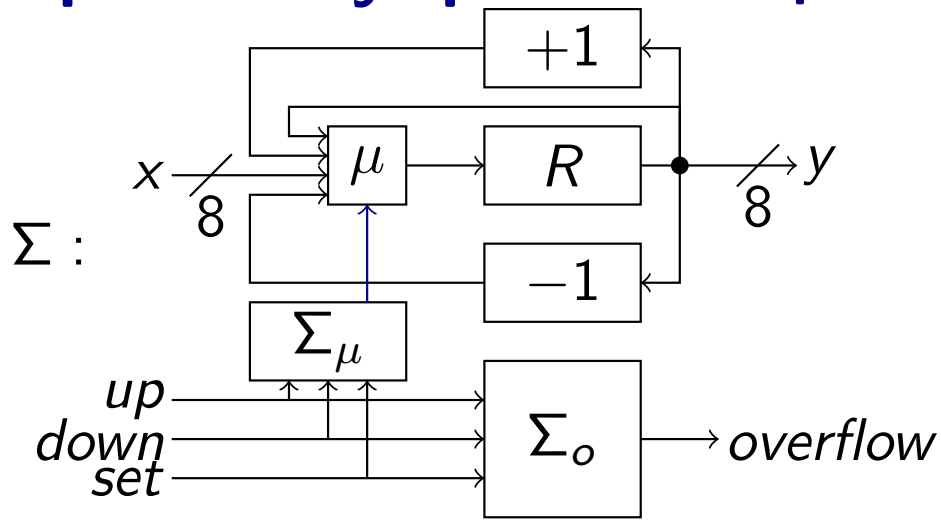
При переходе к следующему такту на выход μ должен перенаправляться

- *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

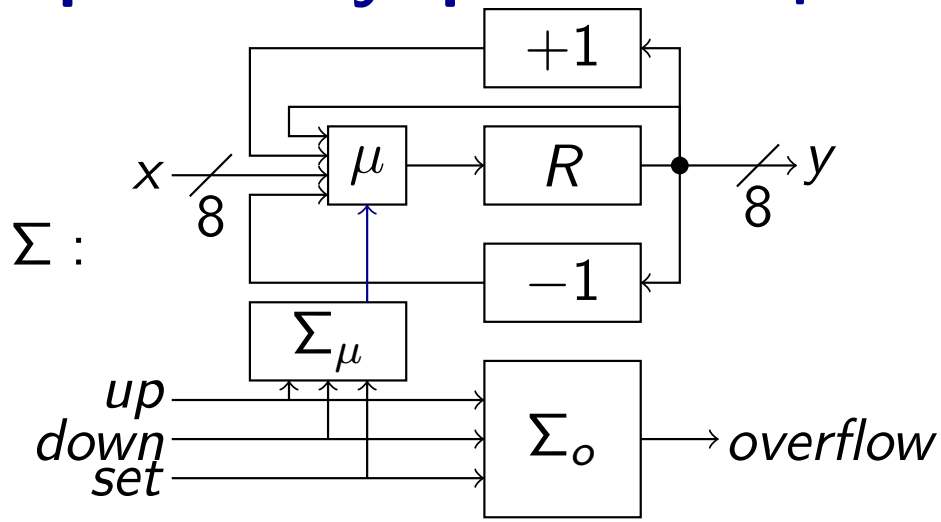


Правда ли, что значение *overflow* однозначно определяется значениями *up*, *down*, *set* в тот же момент времени?

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

1. зависит и от значения *y*
2. зависит от значений *up*, *down*, *set* и *y* **не в тот же момент**, а в момент перехода от предыдущего такта к текущему

Как спроектировать управляющий автомат



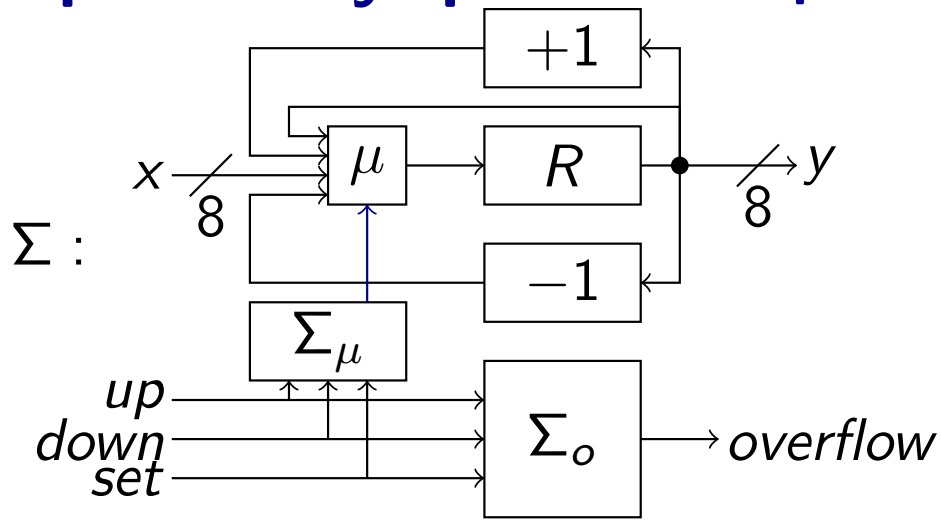
Проблема 1: *overflow* зависит от данных y

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:

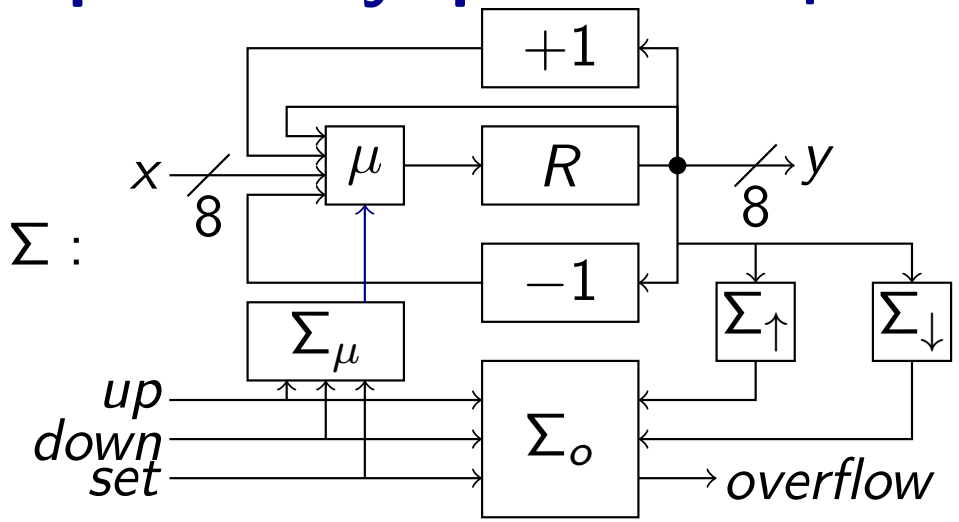
1. $y = (11111111)$, и значение y должно увеличиться
2. $y = (00000000)$, и значение y должно уменьшиться

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

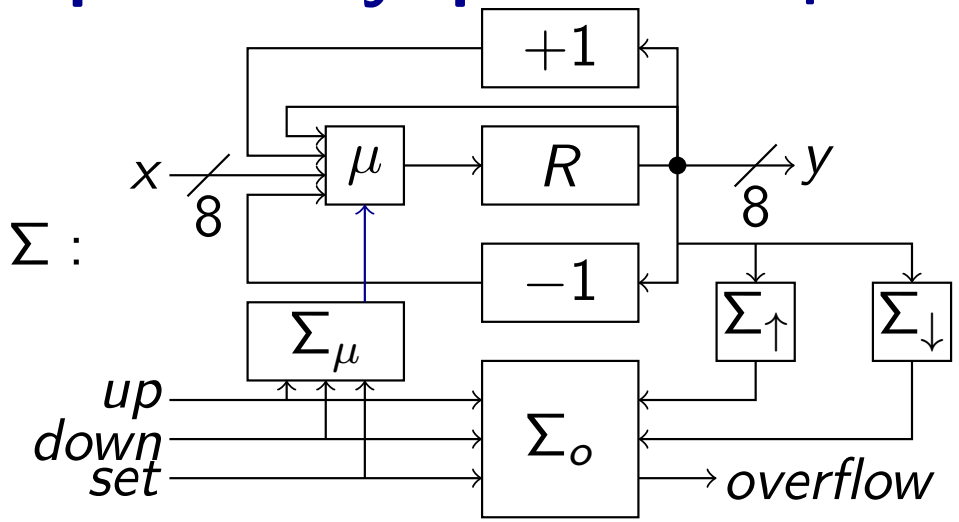


Проблема 2: *overflow* зависит от входов Σ_o **некомбинационно**

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

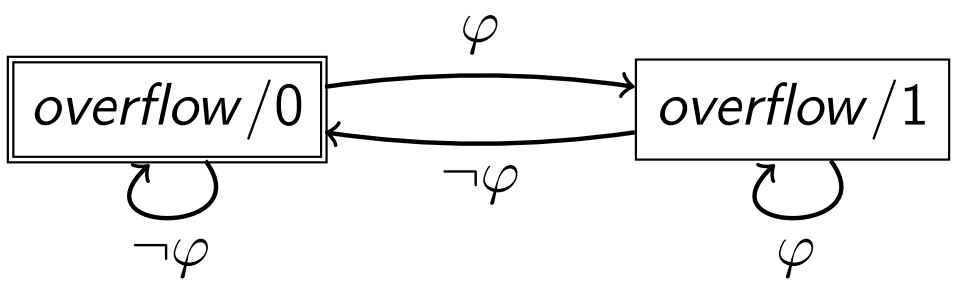
Если получится это сделать, то останется только
“бездумно” реализовать Σ_o как схему, соответствующую $\mathcal{A}_o$,
и схема Σ (наконец-таки!) будет полностью спроектирована

Как спроектировать управляющий автомат

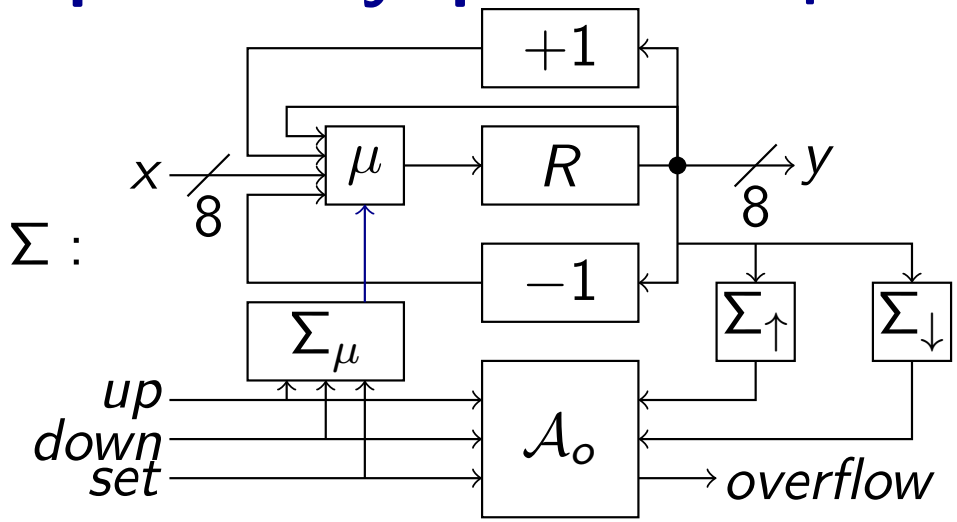


Проблема 2: *overflow* зависит от входов Σ_o **некомбинационно**

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



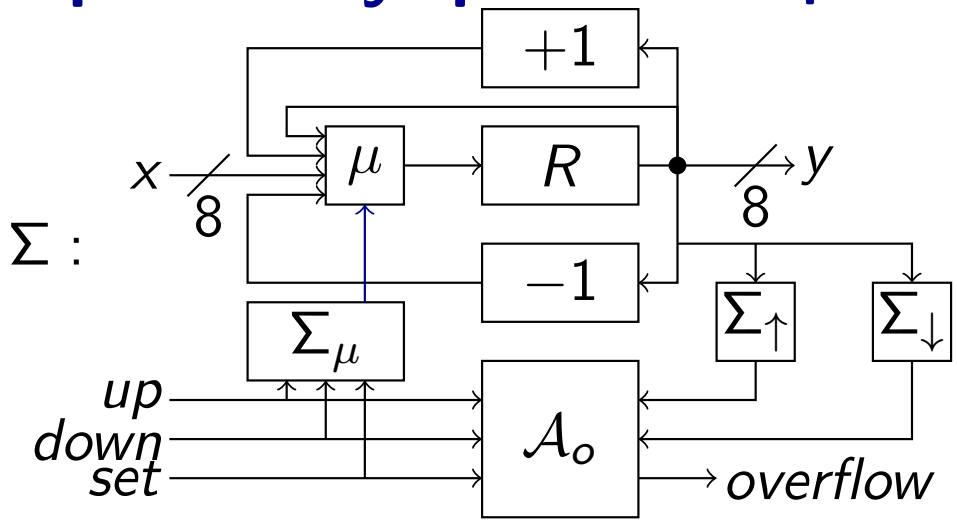
Как спроектировать управляющий автомат



Итог: получилась “грамотная” схема, которая

- на первый взгляд, выглядит страшно и непонятно
- если присмотреться, иллюстрирует **модульный подход** к программированию, адаптированный к схемной парадигме:
  - каждая деталь получившейся схемы решает маленькую “логически целостную” “независимую” подзадачу
  - замена каждой детали (*если вдруг понадобится*) требует малых трудозатрат и предсказуемо влияет на схему целиком

Как спроектировать управляющий автомат



Итог: получилась “грамотная” схема, которая

- аккуратно разделена на три части:
  - подсхема, принимающая все важные решения (управляющий автомат)
  - подсхема, выполняющаяся согласно этим решениям (операционный автомат до добавления подсхем-распознавателей)
  - подсхема, анализирующая свойства данных, требуемые для принятия решений (подсхемы-распознаватели операционного автомата)