

Modell Alapú Diagnosztika Diszkrét Módszerekkel
Diagnosztika SDG modellek felhasználásával

Hangos Katalin

PE Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék

Tartalomjegyzék

- SDG modellek értelmezése - kvalitatív hatásterjedés
- Diagnosztika a kezdeti eltérés irányát felhasználva
 - egységugrás válaszfüggvény
 - legrövidebb utak, predikció
- Diagnosztika az állandósult állapotbeli eltérést felhasználva
 - állandósult állapotbeli eltérés meghatározása
 - predikció
 - visszafelé haladó értékelés

SDG modellek – ismétlés

Nemlineáris állapotér modellhez

$$\begin{aligned}\frac{dx}{dt} &= F(x, u) \\ y &= h(x, u)\end{aligned}$$

Súlyozott irányított gráf $S = (V, \mathcal{E}; w)$

- **csúcshalmaz** az állapot, kiment és bemenet változóknak

$$\begin{aligned}V &= X \cup U \cup Y \\ X \cap U &= X \cap Y = U \cap Y = \emptyset\end{aligned}$$

- **élek** a változók közötti *közvetlen* hatásoknak
- **él-súlyok** a hatás *előjele*

SDG modellek – ismétlés

Az O előfordulási mátrix o_{ij} eleme

$$o_{ij} = \begin{cases} w_{ij} & \text{ha} \\ 0 & \text{egyebkent} \end{cases} \quad (v_i, v_j) \in E$$

Az (A, B, C, D) (linearizált) LTI állapotter modellre (u, x, y)

$$\begin{aligned} \frac{dx}{dt} &= Ax + Bu \\ y &= Cx + Du \end{aligned}$$

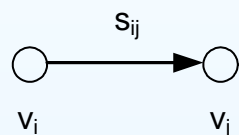
$$O = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 \\ [B] & [A] & 0 \\ [D] & [C] & 0 \end{pmatrix}$$

A változók közötti hatások SDG modellekkel

Eltérés az állandósult állapottól: előjeles érték

$$[\Delta v_i]_S = [v_i - \bar{v}_i]_S$$

- s_{ij} súlyú él: $[\Delta v_j]_S = s_{ij} \otimes_S [\Delta v_i]_S$

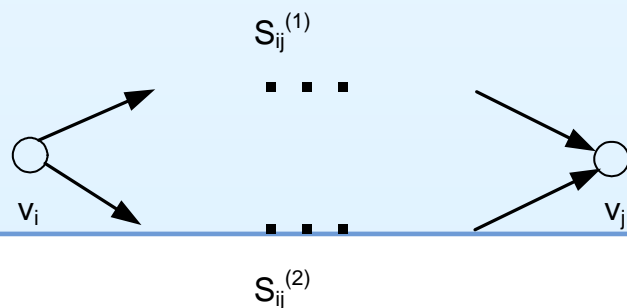


- S_{ij} értékű út: $[\Delta v_j]_S = S_{ij} \otimes_S [\Delta v_i]_S$



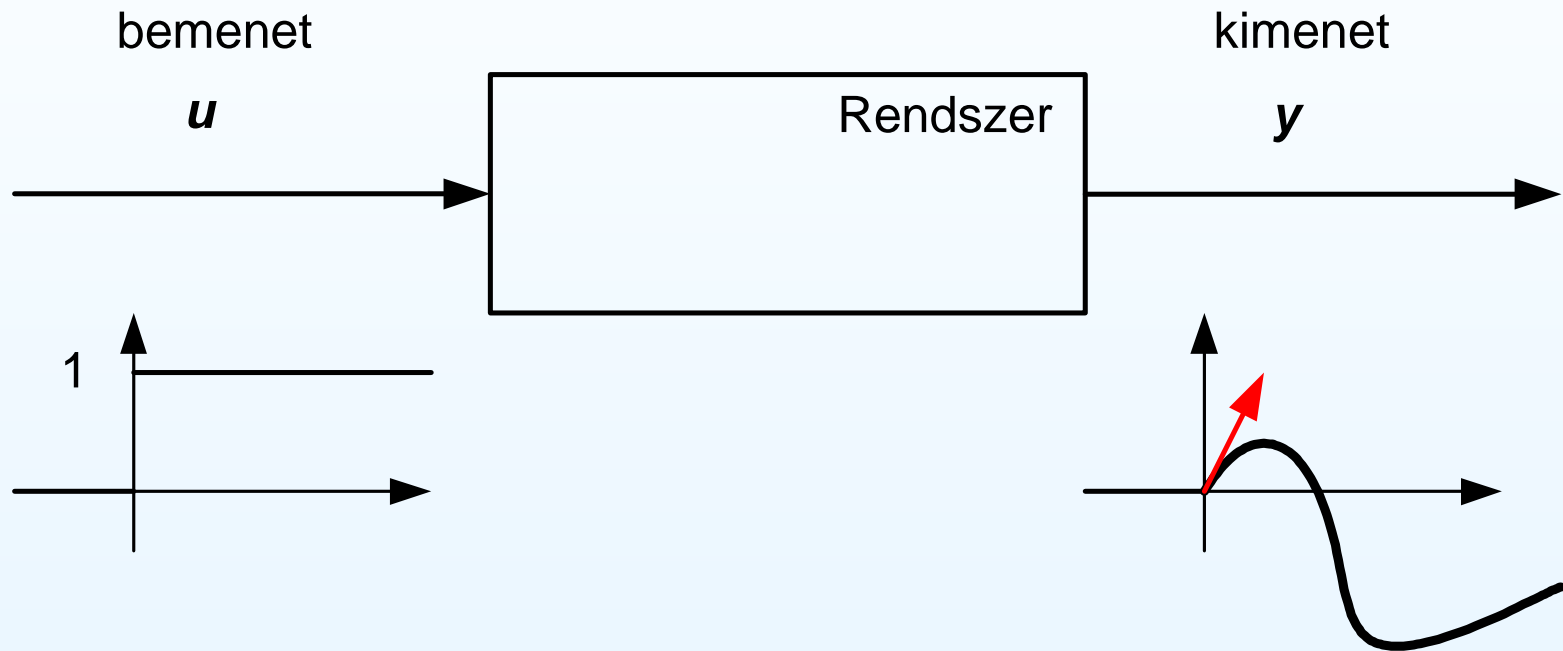
- alternatív utak: $[\Delta v_j]_S = (S_{ij}^{(1)} \oplus_S S_{ij}^{(2)}) \otimes_S [\Delta v_i]_S$

növekvő bizonytalanság



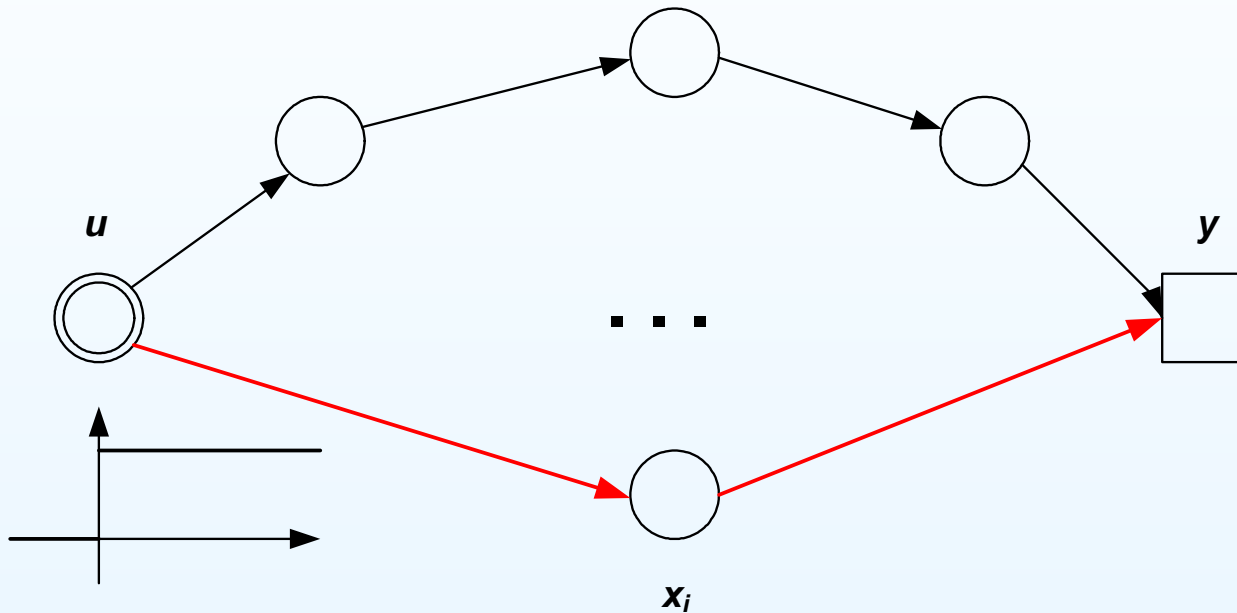
A kezdeti eltérés előjele – 1

Egységugrás válaszfüggvény



A kezdeti eltérés előjele – 2

Legrövidebb út(ak!!) előjel-értéke



Bemenet eltérése: $[\Delta u]_S = +$

Derivált előjele: $[\frac{dx_i}{dt}]_S = \delta x_i = s_{u,x_i} \otimes_S [\Delta u]_S = s_{u,x_i}$

Kimenet **kezdeti eltérésének** előjele:

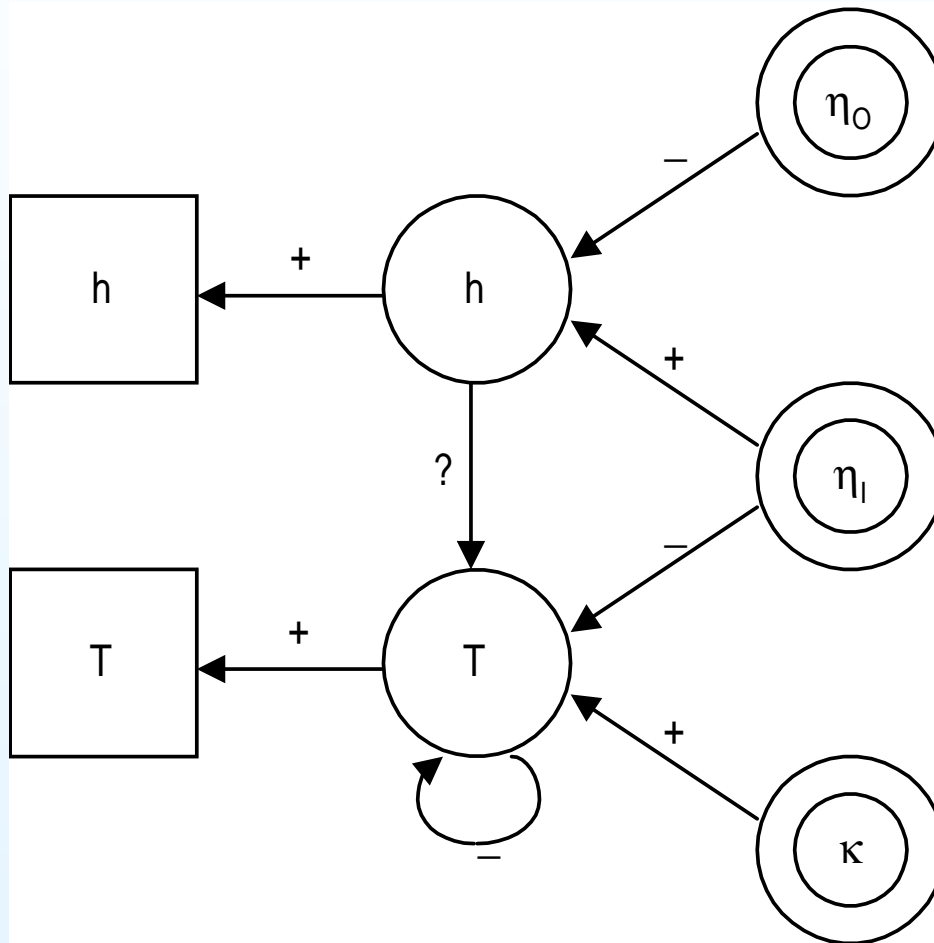
$$[\frac{dy}{dt}]_S = \delta y = S_{u,y}^* \otimes_S [\Delta u]_S = s_{u,x_i} \otimes_S s_{x_i,y}$$

Diagnosztika a kezdeti eltérés előjelével

A diagnosztikai módszer

- **predikción alapuló** (a kezdeti eltérés előjelét az SDG modellből határozzuk meg)
- **egyértelmű legrövidebb út esetén mindig határozott értéke** van (előjel szorzás!)
- meghibásodás azonosításra is alkalmas, ha a hibamódok SDG modelljét megcsináljuk

Példa: kávéfőző SDG modellje



Milyen az $\eta_0 \rightarrow h$ kezdeti eltérés előjele?

Állandósult állapotbeli eltérés

Állandósult állapot ($\frac{dx}{dt} = 0$) az LTI esetben

$$\begin{aligned}0 &= A\bar{x} + B\bar{u} \\ \bar{y} &= C\bar{x} + D\bar{u}\end{aligned}$$

Előjeles változat az eltérésre: $[\Delta u]_S$ adott!

$$\begin{aligned}0 &= [A]_S \otimes_S [\Delta x]_S + [B]_S \otimes_S [\Delta u]_S \\ \Delta y]_S &= [C]_S \otimes_S [\Delta x]_S + [D]_S \otimes_S [\Delta u]_S\end{aligned}$$

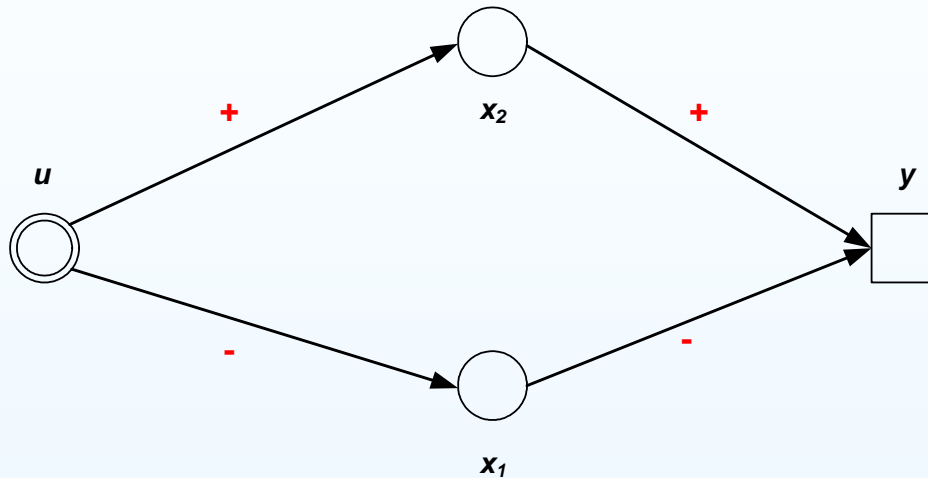
Lineáris előjel-egyenletrendszer

- $[\Delta x]_S$ -re és $[\Delta y]_S$ -ra megoldható

A megoldás

- algebrai: előjel műveletekkel
- algoritmikus: az összes alternatív utak megkeresésével

Egyszerű példa



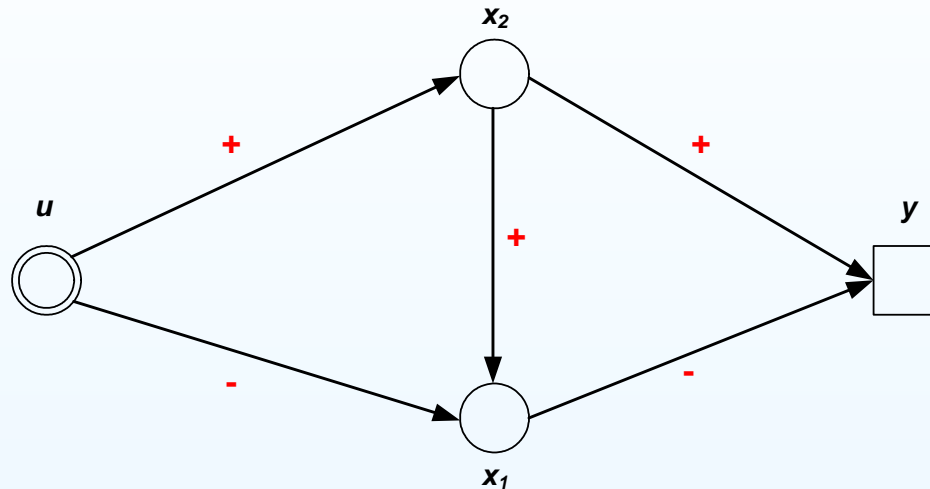
Algebrai módszer:

$$[\Delta x_2]_S = [\Delta u]_S, \quad [\Delta x_1]_S = -[\Delta u]_S, \quad [\Delta y]_S = [\Delta x_2]_S - [\Delta x_1]_S = [\Delta u]_S$$

Algoritmikus módszer:

$$[\Delta y]_S = (S_{u,x_1,y}^{(1)} \oplus_S S_{u,x_2,y}^{(2)}) \otimes_S [\Delta u]_S = [\Delta u]_S$$

Bonyolultabb példa



Algebrai módszer:

$$[\Delta x_2]_S = [\Delta u]_S, [\Delta x_1]_S = -[\Delta u]_S \oplus_S [\Delta x_2]_S, [\Delta y]_S = [\Delta x_2]_S - [\Delta x_1]_S = ?$$

Algoritmikus módszer:

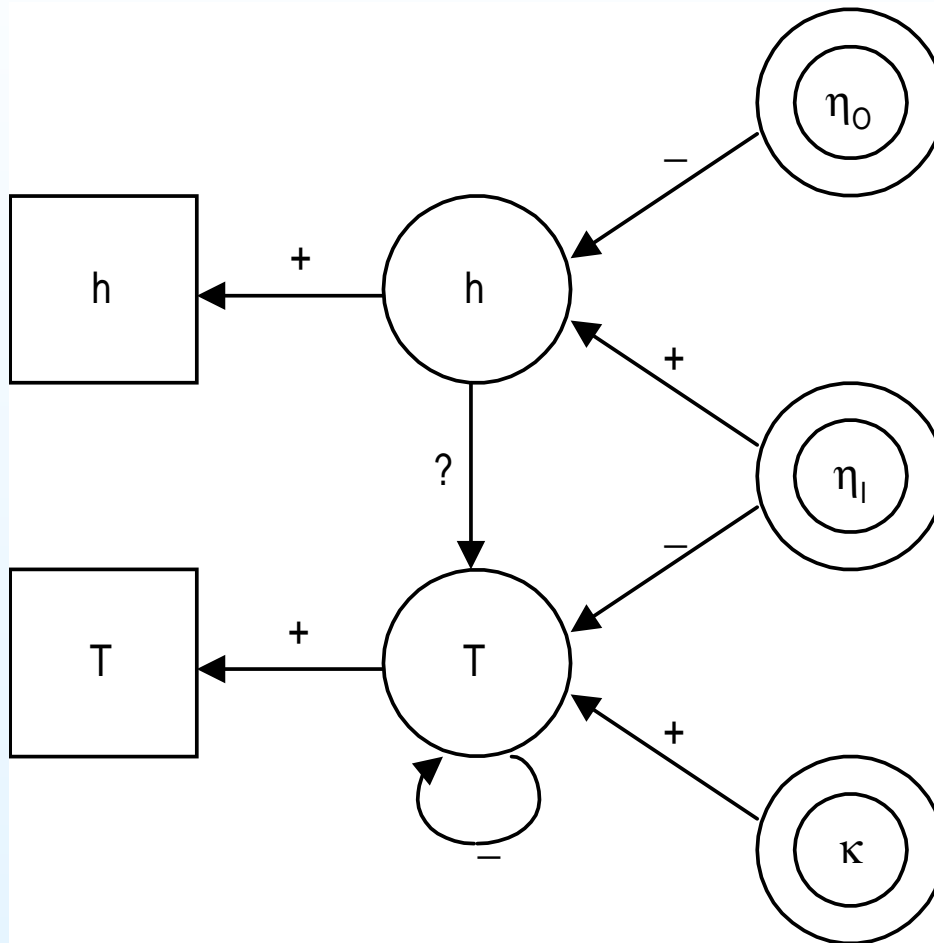
$$[\Delta y]_S = (S_{u,x_1,y}^{(1)} \oplus_S S_{u,x_2,y}^{(2)} \oplus_S S_{u,x_2,x_1,y}^{(3)}) \otimes_S [\Delta u]_S = ?$$

Diagnosztika az állandósult állapotbeli eltéréssel

A diagnosztikai módszer

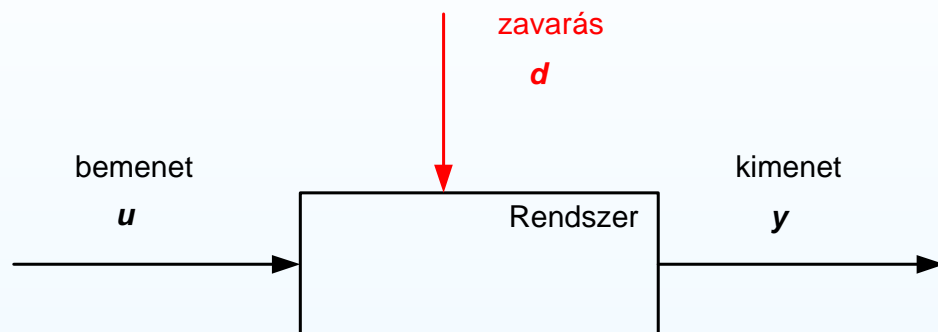
- **predikción alapuló** (az állandósult állapotbeli előjelét az SDG modellből határozzuk meg)
- majdnem mindig **nem határozott** értéke van (előjel összeadás!, több alternatív hatásút esetén)
- sokkal rosszabbul használható, mint a kezdeti eltérés előjelen alapuló diagnosztika

Példa: kávéfőző SDG modellje

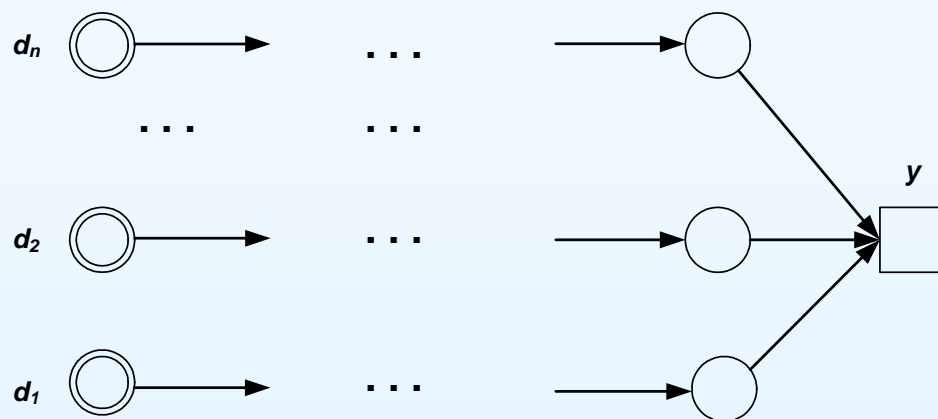


Milyen az $\eta_0 \rightarrow h$ állandósult állapotbeli eltérés előjele?

Direkt diagnosztika SDG gráfokon – 1



Az SDG modell szerkezete

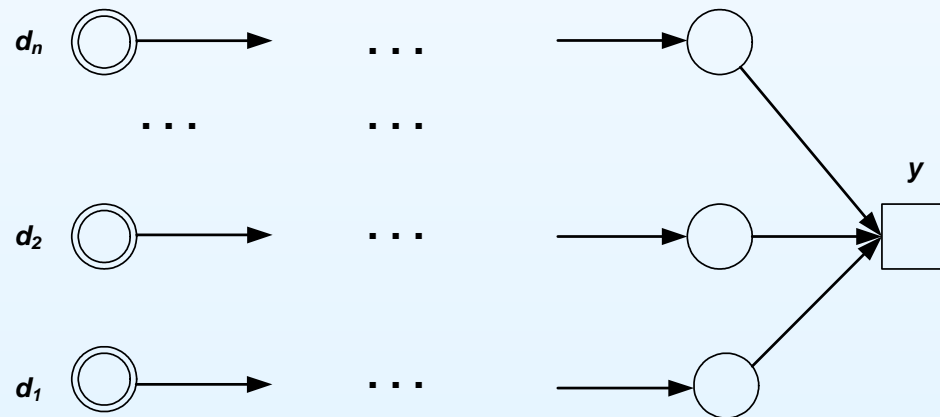


Direkt diagnosztika SDG gráfokon – 2

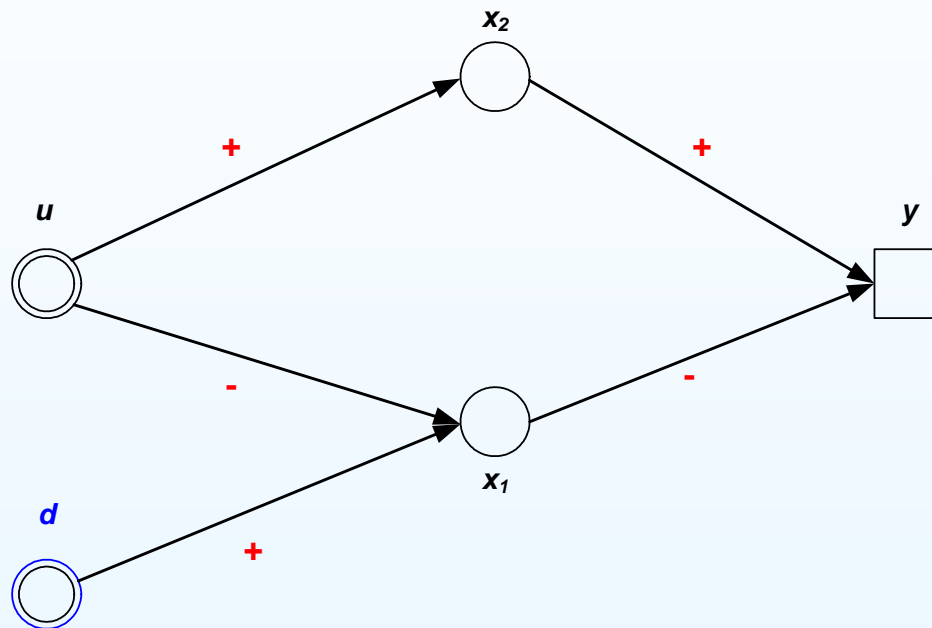
A diagnosztikai módszer (algoritmikus)

a megfigyelt $[\Delta y]_S$ -el

- visszafelé bejárjuk a hatásutakat (alternatív utak lehetnek!)
- levágjuk az utat (eldobjuk a hibamód feltételezést), ha az érintett változók eltérése nem egyezik
- a maradék $[\Delta d_i]_S \neq 0$ -k a jelöltek (lehet több)



Példa: egyszerű SDG modell hibajellel



Milyen $[\Delta y]_S$ mellett diagnosztizálható $[\Delta d]_S = +$?