

## Modele spójności DSM – specyfikacje:

### ■ Definicja porządku przyczynowego:

$$\begin{aligned}
 \text{(i)} \quad & \forall_{o1, o2 \in h} \left( \left( \bigvee_{i=1..n} o1 \rightarrow_i o2 \right) \Rightarrow o1 \rightarrow o2 \right), \\
 \text{(ii)} \quad & \forall_{x \in X} w(x)v \rightarrow r(x)v, \\
 \text{(iii)} \quad & \forall_{o1, o2, o \in h} \left( (o1 \rightarrow o \wedge o \rightarrow o2) \Rightarrow o1 \rightarrow o2 \right).
 \end{aligned}$$

### ■ Definicja uszeregowania legalnego:

Uszeregowanie  $\mapsto_i$  jest legalne  $\Leftrightarrow$

$$\forall_{w(x)v \in OW, r(x)v \in O_i} \left( w(x)v \mapsto_i r(x)v \wedge \exists_{o(x)u \in O_i \cup OW} [u \neq v \wedge w(x)v \mapsto_i o(x)u \mapsto_i r(x)v] \right)$$

### ■ Spójność przyczynowa (causal consistency)

Obraz  $hv$  historii  $h$  musi spełniać warunek:

$$\forall_{o1, o2 \in O_i \cup OW} (o1 \rightarrow o2 \Rightarrow o1 \mapsto_i o2)$$

- „Operacje zapisu, które są przyczynowo zależne muszą być widoczne przez wszystkie procesy w tym samym porządku. Operacje zapisu, które są współbieżne mogą być widziane inaczej na różnych węzłach”.

### ■ Spójność sekwencyjna (sequential consistency)

Obraz  $hv$  historii  $h$  musi spełniać następujące warunki:

$$\begin{aligned}
 \text{(i)} \quad & \forall_{o1, o2 \in O_i \cup OW} \left( \bigvee_{j=1..n} o1 \rightarrow_j o2 \Rightarrow o1 \mapsto_i o2 \right), \\
 \text{(ii)} \quad & \forall_{w1, w2 \in OW} \left( \bigvee_{i=1..n} w1 \mapsto_i w2 \vee \bigvee_{i=1..n} w2 \mapsto_i w1 \right).
 \end{aligned}$$

- „Wszystkie odwołania do pamięci muszą być tak samo widoczne przez wszystkie procesy”

### ■ Spójność PRAM (Pipelined RAM (PRAM) consistency)

Obraz  $hv$  historii  $h$  musi spełniać warunek:

$$\forall_{o1, o2 \in O_i \cup OW} \left( \left( \bigvee_{j=1..n} o1 \rightarrow_j o2 \right) \Rightarrow o1 \mapsto_i o2 \right).$$

- Kolejne operacje zapisu pojedynczego procesu są widoczne przez wszystkie procesy w takiej kolejności, w jakiej się odbywały. Operacje zapisu z różnych procesów są widziane w dowolnym porządku

■ **Spójność podręczna (cache, koherencja) (cache consistency)**

Obraz  $h\nu$  historii  $h$  musi spełniać warunek:

$$\forall_{x \in X} \quad \forall_{w1, w2 \in OW \cap O|x} \left( \forall_{i=1..n} w1 \mapsto_i w2 \vee \forall_{i=1..n} w2 \mapsto_i w1 \right)$$

- „Odczyt obiektu musi zawsze zwrócić wartość ostatnio do niego wpisaną”, tj. zachowuje globalny porządek operacji zapisu dla poszczególnych zmiennych.

■ **Spójność procesorowa (processor consistency)**

Obraz  $h\nu$  historii  $h$  musi spełniać następujące warunki (PRAM + koherencja):

$$(i) \quad \forall_{x \in X} \quad \forall_{w1, w2 \in OW \cap O|x} \left( \forall_{i=1..n} w1 \mapsto_i w2 \vee \forall_{i=1..n} w2 \mapsto_i w1 \right)$$

$$(ii) \quad \forall_{o1, o2 \in O_i \cup OW} \left( \left( \exists_{j=1..n} o1 \rightarrow_j o2 \right) \Rightarrow o1 \mapsto_i o2 \right)$$

■ **Spójność złożona (complex consistency)**

Obraz  $h\nu$  historii  $h$  musi spełniać następujące warunki:

$$(i) \quad \forall_{w1, w2 \in OW_{SEQ}} \left( \forall_{i=1..n} w1 \mapsto_i w2 \vee \forall_{i=1..n} w2 \mapsto_i w1 \right),$$

$$(ii) \quad \forall_{x \in X} \quad \forall_{w1, w2 \in OW_{COH} \cap O|x} \left( \forall_{i=1..n} w1 \mapsto_i w2 \vee \forall_{i=1..n} w2 \mapsto_i w1 \right),$$

$$(iii) \quad \forall_{o1, o2 \in O_i \cup OW_{CAUS}} (o1 \rightarrow o2 \Rightarrow o1 \mapsto_i o2),$$

$$(iv) \quad \forall_{o1, o2 \in (O_i - O_{COH}) \cup OW_{PRAM}} \left( \exists_{j=1..n} o1 \rightarrow_j o2 \Rightarrow o1 \mapsto_i o2 \right).$$