

# ***Modul OMSI-2*** ***im SoSe 2011***

## ***Objektorientierte Simulation*** ***mit ODEMx***

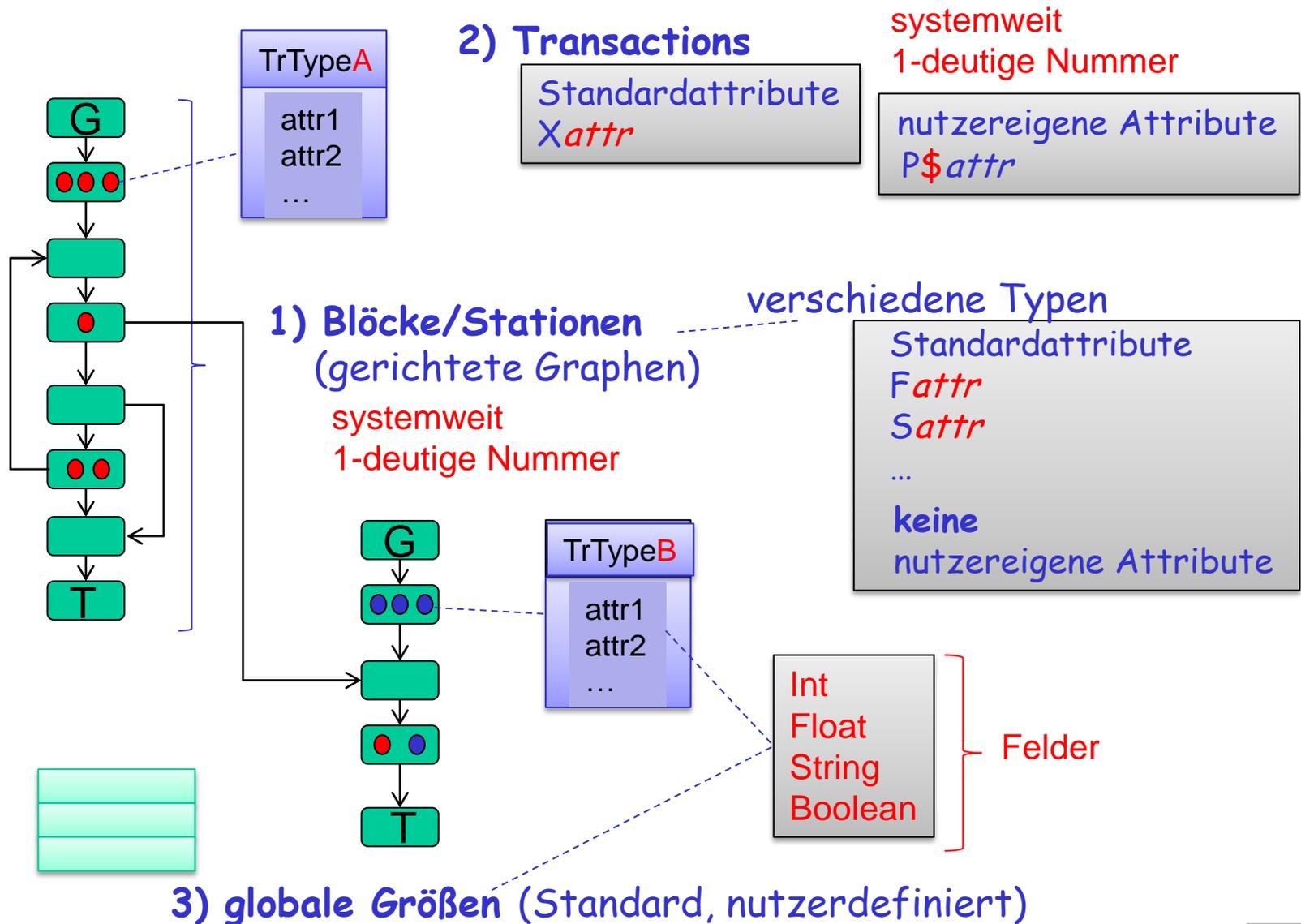
Prof. Dr. Joachim Fischer  
Dr. Klaus Ahrens  
Dipl.-Inf. Ingmar Eveslage  
Dipl.-Inf. Andreas Blunk

[fischer|ahrens|eveslage|blunk@informatik.hu-berlin.de](mailto:fischer|ahrens|eveslage|blunk@informatik.hu-berlin.de)

## 5. GPSS

1. Grundphilosophie
2. Block/Stations-Übersicht (1)
3. Einfaches GPSS-Beispiel
4. Erste Einschätzung der GPSS-Ausdruckskraft
5. Vordefinierte Modellierungsmuster (FACILITY)
6. Standardattribute
7. Block/Stations-Übersicht (2)
8. Nutzereigene Modellierungsmuster (asynchrone Kommunikation)

# GPSS-Basiskonzepte (Wdh.)



# Zustandsereignisse in GPSS (Wdh.)

## Effiziente Zustandsereignismodellierung

- spezielle Blöcke (und keine anderen), wo Zustandsbedingungen, die über Blockierung, Deblockierung entscheiden auszuwerten sind:
    - z.B. TEST, GATE, TRANSFER ALL, TRANSFER BOTH , ...
    - Zustandsbedingungen sind einfache Boolesche Ausdrücke, wo Standardattribute von allen benutzten Modell-Entities als Operanden vorkommen dürfen
    - z.B. für FACILITY (FCi- bisherige Eintrittszahl der Einrichtung i, ...)
- ACHTUNG:** die Werte der Ausdrücke sind durch den Lebenslauf anderer Transaktionen (durch Benutzung dieser Einheiten) veränderbar.

**FRAGE:** Wodurch wird in GPSS die erneute Überprüfung von Zustandsbedingungen ausgelöst, deren Operanden zu Stationen gehören, die verändert wurden?

**ANTWORT:** Jede Station, jede globale Größe führt eine lokale Transaktionsliste **Retry-Chain** zur Aufnahme von Transaktionen, die durch Zustandsereignisse in Abhängigkeit der Stationsbelegung/Wertebelegung blockiert sind.

Bei Änderung der Stationsbelegung/Wertebelegung werden die Transaktionen aus den betroffenen **Retry-Chain**-Objekten in die **CEC** (ans Ende) übertragen.

→ Bei erneuter Ausführung der jeweiligen Bedingung kann so auf die Zustandsänderung kausal und synchron zugleich reagiert werden

# 5. GPSS

1. Grundphilosophie
2. Block/Stations-Übersicht (1)
3. Einfaches GPSS-Beispiel
4. Erste Einschätzung der GPSS-Ausdruckskraft
5. Vordefinierte Modellierungsmuster (FACILITY)
6. Standardattribute
7. Block/Stations-Übersicht (2)
8. Nutzereigene Modellierungsmuster (asynchrone Kommunikation)

# Bedienungseinrichtung

## SEIZE A

- ist ein Block, der die exklusive Belegung einer Einrichtung durch eine Transaktion bewirkt u. weitere Belegungsversuche verhindert
- Operand **A** ist Name/Nummer der Einrichtung, die betreten wird

*Facility/Einrichtung:  
verwaltet implizit Kette blockierter Transaktionen,  
sortiert nach Priorität und FIFO bei Gleichheit  
(Verzögerungskette/DelayChain)*

## RELEASE A

- ist ein Block, der die Freigabe einer Einrichtung durch eine Transaktion bewirkt u. die nächste Belegungsblockierung einer Transaktion in der **DelayChain** aufhebt
- Operand **A** ist Name/Nummer der Einrichtung, die freigegeben wird

# Bedienungseinrichtung

## PREEMPT A, B, C, D, E

- ist ein Block, der die verdrängende Belegung einer Einrichtung durch eine Transaktion bewirkt u. weitere Belegungsversuche verhindert
- Operand **A** ist Name/Nummer der Einrichtung, die betreten wird
- Operand **B** ist ein Modus { **PR - Prioritätsmodus**, **leer - Interruptmodus** }
- Operand **C** ist Name/Nummer des Ziel-Blockes für die verdrängte Transaktion (kann leer sein)
- Operand **D** ist Nummer des Parameters der verdrängten Transaktion, zur Speicherung der Restbedienzeit (kann leer sein)
- Operand **E** ist ein Modus { **RE – Remove-Modus**, **leer** }  
**Achtung: RE-Angabe verlangt zwingend den C-Operand  
bewirkt eine RELEASE**

**PREEMPT** schalter,,ersatzSchalter, 101, RE

**PREEMPT** schalter,PR,ersatzSchalter

# Implizite Transaktionslisten von Einrichtung und Speicher

- Verzögerungskette (DelayChain)

Blockierung von Transaktionen in Einrichtung und Speicher

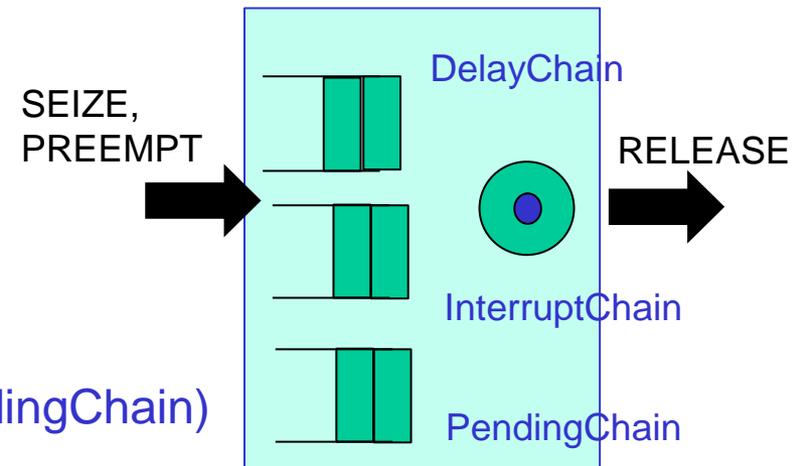
- Unterbrechungskette (InterruptChain)

Erfassung von (in ihrer Bedienung) verdrängten Transaktionen einer Einrichtung

**Bem.:** einer verdrängten Transaktion  
(kann man Restzeit zuordnen)

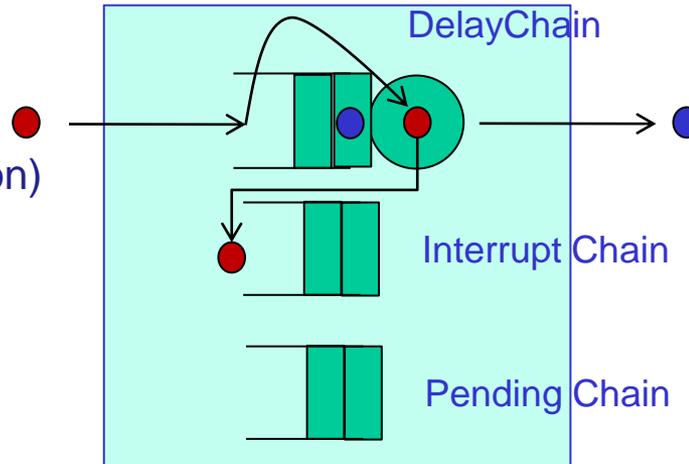
- bevorzugte Blockierungskette (PendingChain)

Erfassung von blockierten  
(mit Verdrängungsforderung) angetretenen  
Transaktionen einer Einrichtung

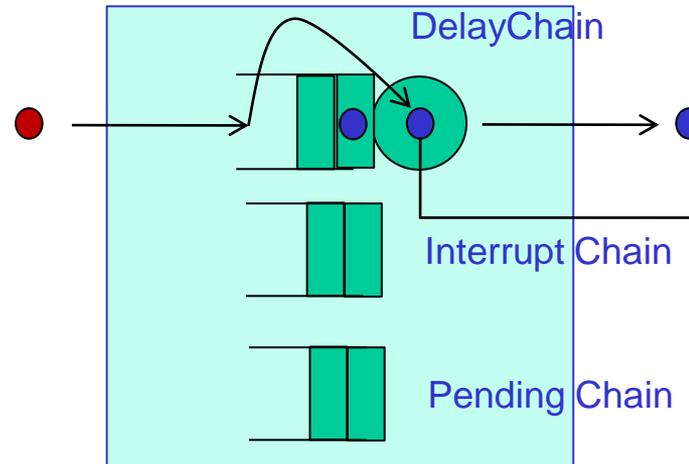


# PREEMPT: Priority- und Remove-Modus

neuer  
ankommender  
Kunde (Transaction)  
verdrängt



Verdrängung im  
Priority-Modus  
ankommende T.  
hat größere  
Priorität



Verdrängung  
im Remove-Modus

Sprungmarke  
für verdrängte T.  
legt Verdränger-T.  
fest

# Attribute einer Einrichtung

Zugriff	Bedeutung
-Laufzeitsystem-	Nummer oder Name $j$ der Einrichtung
ES $j$	Belegungszustand der Einrichtung $j$ {0 – belegt, 1- frei}
FS $j$	Nummer der belegenden Transaktion
FC $j$	Anzahl der bisherigen Eintritte
FL $j$	mittlere Auslastung (Zeitintegral)
FT $j$	Mittlere Verweilzeit (zeitintegral) einer Transaktion in $j$
-Laufzeitsystem-	Nummer der letzten Transaktion der Verzögerungskette

FACILITY	ENTRIES	UTIL.	AVE. TIME	AVAIL.	OWNER	PEND	INTER	RETRY	DELAY
FACILITY1	51	0.937	95.278	1	51	0	0	0	9
FACILITY2	51	0.853	86.719	1	51	0	0	0	0
FACILITY3	51	0.949	96.523	1	51	0	0	0	0

weitere implizite T.-Liste

Erfassung von zustandsbedingt blockierten Transaktionen, die von dieser Einrichtung abhängig sind

# RetryChain

- Zustandsbedingte Blockierungskette (**RetryChain**)  
nahezu aller Modellierungseinheiten, die über numerische Standardattribute verfügen.
- Einsatz bei **TEST, GATE, TRANSFER ALL, TRANSFER BOTH**

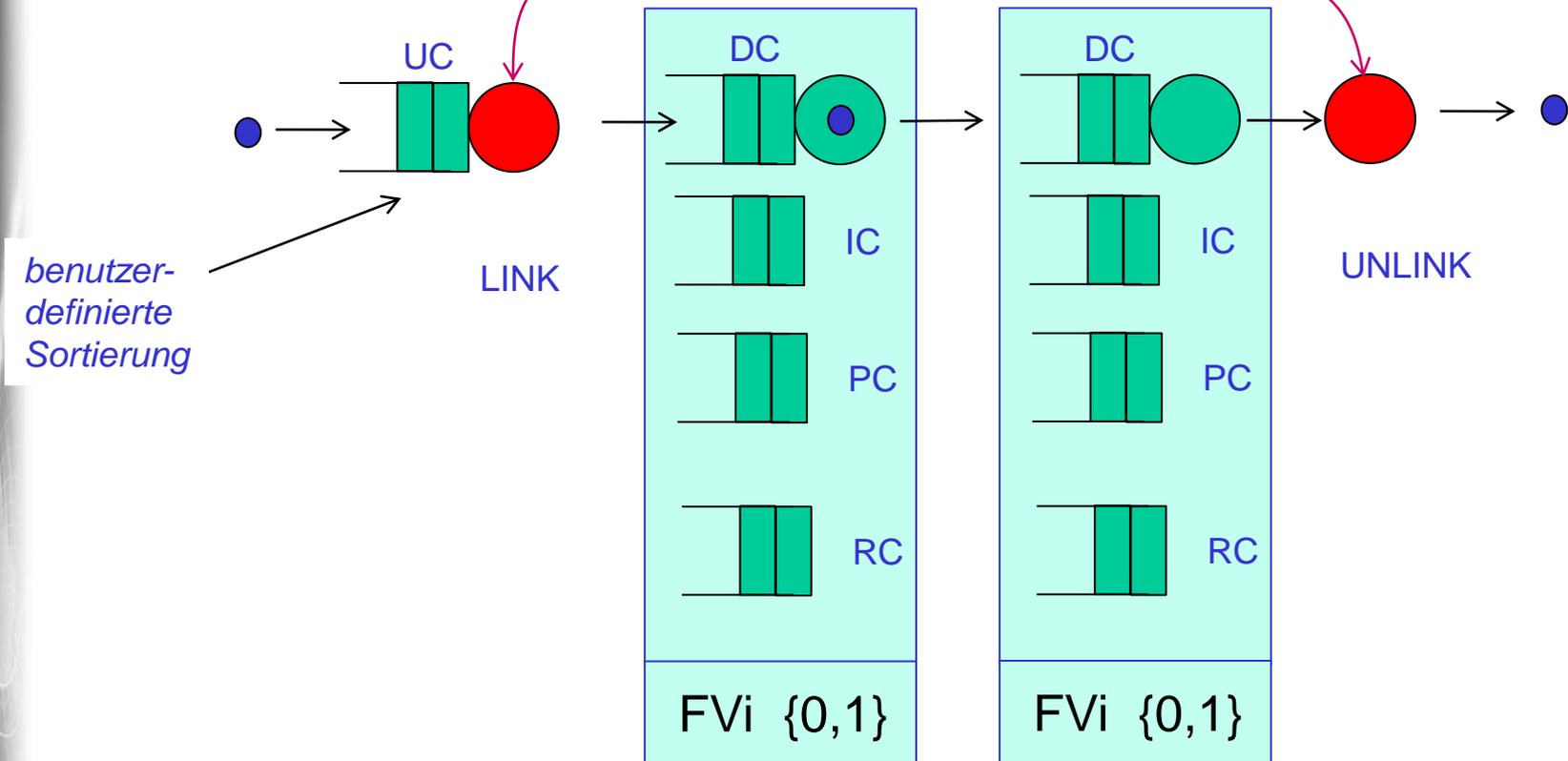
## **Bem.:**

Transaktionen werden u.U. zyklisch immer wieder in die CEC einsortiert, um bei Aktivierung erneut die Zustandsbedingung der Station überprüfen zu können, von der

- sie abhängig ist und
- sich zum aktuellen Zeitpunkt im Zustand auch geändert hat

# Nutzerketten, User Chains (UC)

als Paar



# Zusammenfassung: Transaktionslisten

- Ketten für aktive Transaktionen (mit bekannter Ausführungszeit)
  - zukünftige Ereigniskette (**FEC**)
  - aktuelle Ereigniskette (**CEC**)
- Ketten für passive (blockierte) Transaktionen
  - Nutzerketten (**UserChain**), Realisierung eigener Wartestrategien, Einsatz bei **TEST**, **TRANSFER BOTH**, **TRANSFER ALL**, **GATE** empfehlenswert
  - Verzögerungsketten (**DelayChain**), Blockierung von Transaktionen in Einrichtung und Speicher
  - Unterbrechungsketten (**InterruptChain**), Erfassung in der Bedienung verdrängter Transaktionen einer Einrichtung
  - Zustandsbedingte Blockierungsketten (**RetryChain**), Einsatz bei **TEST**, **GATE**, **TRANSFER ALL**, **TRANSFER BOTH**
  - bevorzugte Blockierungskette (**PendingChain**), Erfassung der blockierten verdrängenden Transaktionen einer Einrichtung

## 5. GPSS

1. Grundphilosophie
2. Block/Stations-Übersicht (1)
3. Einfaches GPSS-Beispiel
4. Erste Einschätzung der GPSS-Ausdruckskraft
5. Vordefinierte Modellierungsmuster (FACILITY)
6. Standardattribute
7. Block/Stations-Übersicht (2)
8. Nutzereigene Modellierungsmuster (asynchrone Kommunikation)

# Zu *Transaktionsattributen*

1. Parameter (nutzereigene Attribute)  
müssen erzeugt und initialisiert sein, bevor auf sie zugegriffen werden darf

dies wird erreicht mit:

- **ASSIGN**,
- **MARK**,
- TRANSFER SUB,
- SELECT,
- **SPLIT**,
- COUNT

# Zu Transaktionsattributen

## 2. Priorität

wird benutzt bei Blockierungwarteschlangen

insbesondere bei:

- Current Event Chain,
- Facility Delay Chains,
- Storage Delay Chains

**FRAGE:** Kann man die Priorität dynamisch ändern?

**ANTWORT:** JA,

PRIORITY Wert

# Zu Transaktionsattributen

## 3. MarkTime

Modellzeitpunkt,  
zu dem die Transaktion im System zum ersten Mal auftritt  
(GENERATE-Zeitpunkt)

oder

der Zeitpunkt des Betretens des letzten MARK- Blockes  
(ohne Parameterangabe)

Anwendung: Benutzung des vordefinierten Funktionen/Makros  
M1 zur Bestimmung der bisherigen Laufzeit einer  
Transaktion

M1 := C1 – MarkTime der aktuellen Transition  
(C1 = aktuelle Modellzeit)

# Zu Transaktionsattributen

## 4. AssemblySet

- positiver Integer-Wert  
(Codierung einer Gruppenzugehörigkeit von Transaktionen)
- AssemblySets zur Transaktionenssynchronisation
  - ASSEMBLE,
  - GATHER und
  - MATCH Blocks
- Initialwert:
  - per GENERATE ist gleich der Transaktionsnummer
  - per SPLIT ist gleich dem AssemblySet-Wert der Erzeuger-Transaktion
- Änderung durch ADOPT-Block

ADOPT 2000

# Zu Transaktionsattributen

## 5. StatusFlags

- Delay Indicator
- Trace indicator (Blöcke: TRACE, UNTRACE)

## 6. Position, Fluss

- currentBlock
- nextBlock

## 7. Grundzustand

- ACTIVE - höchste Priorität in der CEC.
- SUSPENDED – wartet in FEC oder CEC
- PASSIVE - blockiert in UserChain, DelayChain, PendingChain oder RetryChain.
- TERMINATED - nicht mehr aktivierbar

zusätzlich

- PREEMPTED - per PREEMPT verdrängt, wartet in InterruptChain

sind dem Nutzer nicht zugänglich?

# Attribute eines Speichers

Zugriff	Bedeutung
-Laufzeitsystem-	Nummer oder Name $j$ des Speichers
SC $j$	Anzahl der bisherigen Eintritte
SN $j$	momentaner Inhalt
SP $j$	momentane freie Kapazität
SA $j$	mittlerer Speicherinhalt
ST $j$	mittlere Verweilzeit der Transaktionen
SL $j$	mittlere Auslastung (Zeitintegral)
-Laufzeitsystem-	Nummer der letzten Transaktion der Verzögerungskette

*STORAGE-Block  
verwaltet implizit Kette blockierter  
Transaktionen,  
sortiert nach Priorität und FIFO bei  
Gleichheit  
(Verzögerungskette/DelayChain)*



# Systematik der SNA's

SNA=System Numeric Attribute als ausgezeichnete (vordefinierte)

- Attribute einer Transaktion  
bzw.
- globale Größen (atomar SNAs)
- ➔ Zustandsgrößen des System  
(es gibt 45 verschiedene Typen)

– Transaktionsnummer:	XN1
– aktuelle Modellzeit:	C1
– Auslastung der belegten Einrichtung i:	FRi
– Auslastung des belegten Speichers i:	SRi
– Anzahl der belegten Plätze des Speichers i:	SCi
– Verfügbarkeit von Plätzen {0,1} des Speichers i:	SEi
– Maximale Belegung des Speichers i:	QMi
– durchschnittl. Anzahl der belegten Plätze der Warteschlange i:	QAI
– maximale. Länge der Warteschlange i:	QMi
– bisherige Lebensdauer der Transaktion i:	M1 := C1 – markTime i
– Gleichverteilter (Pseudo-)Zufallszahlengenerator i:	RNi aus [0,1)

# Unterschiedliche Bezugnahmen

Beispiel: W22

liefert wartende Anzahl von Transaktion im Block 22

alternative Bezugnahmen:

- $W_j$  - where  $j$  is a positive integer, the number of the Block in the simulation.
  - $W\$Name$  - where  $Name$  is the location of the desired Block.
  - $W^*j$  - where  $j$  is a positive integer, the number of the Parameter of the active Transaction which contains the number of the desired Block. This is indirect addressing.
  - $W^*Name$  - where  $Name$  is the name of the Parameter of the Active Transaction which contains the number of the desired Block.  
This is indirect addressing.
  - $W^*\$Name$  - where  $Name$  is the name of the Parameter of the Active Transaction which contains the number of the desired Block.  
The  $\$$  is not needed and is used only as a separator.  
Essentially, this is identical to  $W^*Name$ . This is indirect addressing.
- $W^*Parameter$  - denotes that either the  $W^*j$ , the  $W^*Name$ , or the  $W^*\$Name$  may be used.

# Besondere Bezugnahmen

für SNA **MX** (Tabellen) bis zu drei Indirektionsangaben möglich

## **Beispiel:** **MX\*Sales(\*Partnumber,\*January)**

- Partnumber, January sind weitere Transaktions-Parameter
- *Transaktion muss deshalb vorab 3 ASSGN-Blöcke durchlaufen haben.*

### **1. atomare SNAs** (kein expliziter Bezug nötig)

- A1 : *Assembly-Menge*
- AC1 : *Modellzeit seit letztem CLEAR.*
- C1 : *Modellzeit seit dem letztem RESET*
- M1 : *Zeitdauer seit letztem MARK*
- MP i : *Zeitdauer seit Parameterwert i*
- PR : *Priorität*
- TG1 : *verbleibender Terminierungszähler*

→ globale Variablen

# ***SNAs zur Anzeige typischer Modellinformationen***

- A1** – Assembly-Menge (Nummer) der **aktuellen Transition**
- AC1** – Modellzeit seit letztem CLEAR (**globale Real-Variable**)
- BVi** – Wert der Boolesche Variable  $i$  (**globale Boolean-Variable**)
- C1** – Modellzeit seit dem letztem RESET (**globale Real-Variable**)

## **Nutzerkette (Chain)**

- CAi** – (bisher) durchschnittliche Anzahl von Einträgen in Nutzerkette  $i$
- CHi** – augenblickliche Anzahl von Einträgen in Nutzerkette  $i$
- CMi** – maximale Anzahl von Einträgen in Nutzerkette  $i$
- CTi** – mittlere Verweildauer von Einträgen in Nutzerkette  $i$

## **Einrichtung (Facility)**

- Fi** – Einrichtung  $i$  besetzt  $\{0, 1\}$
- FCi** – bisherige Eintritte (per SEIZE, PREEMPT) der Einrichtung  $i$
- Fli** – bisherige Unterbrechungen (PREEMPT) der Einrichtung  $i$
- FRi** – bisherige Auslastung der Einrichtung  $i$
- FTi** – bisherige mittlere Belegungszeit der Einrichtung  $i$
- FVi** – Verfügbarkeit der Einrichtung  $i$   $\{0, 1\}$

- FNi** – *passt nicht rein ins Namensschema*: Funktionsreferenzierung

# ***SNAs zur Anzeige typischer Modellinformationen***

- GN<sub>i</sub>** – Anzahl von Werten in einer logischen Transaktionsgruppe *i*
- GT<sub>i</sub>** – Anzahl von Transaktionen in Transaktionsgruppe *i*
- LS<sub>i</sub>** – Wert des logischen Schalters *i* {0, 1}
- MB<sub>i</sub>** – 1 falls Transaktion in Block *i* zur gleichen Assembly-Gruppe gehört wie **aktuelle Transition**
- MP<sub>j</sub>** – Transitzeit seit Zeitpunkt (festgelegt in Parameter *j*)
- MX<sub>i</sub>(*m*,*n*)** – Wert von Matrix *i* an der Stelle (*m*,*n*)
- M1** – Wert von Zeitdifferenz |clock- MarkTime|
- N<sub>i</sub>** – totale Eintrittszahl in Block *i*
- P<sub>j</sub>** – aktueller Wert von Parameter *j* der aktuellen Transition
- PR** – Priorität der aktuellen Transition

## **Warteschlange**

- Q<sub>i</sub>** – aktuelle Belegung der Queue *i*
- QA<sub>i</sub>** – mittlere Belegung der Queue *i*
- QC<sub>i</sub>** – totale Belegung der Queue *i*
- QM<sub>i</sub>** – maximale Belegung der Queue *i*
- QT<sub>i</sub>** – mittlere Wartezeit in der Queue *i*
- QX<sub>i</sub>** – mittlere Wartezeit in der Queue *i* ohne Durchläufer
- QZ<sub>i</sub>** – totale Durchläuferanzahl der Queue *i*

# ***SNAs zur Anzeige typischer Modellinformationen***

## **Speicher**

- Ri – verfügbare Speicherplätze von Speicher i
- RNi – Zufallszahlengenerator i
- Si – belegte Plätze in Speicher i
- SAi – mittlere Anzahl belegter Plätze in Speicher i
- SCi – totale Anzahl von Eintritten in Speicher i
- SEi – 1, falls Speicher i leer ist, sonst 0
- SFi – 1, falls Speicher i voll ist, sonst 0
- SRI – Auslastung des Speichers i
- SMi – maximal belegte Plätze des Speichers i
- STi – mittlere Belegungsdauer der Plätze von Speicher i
- SVi – Verfügbarkeit des Speichers i {0, 1}

## **Tabellen**

- TBi – ungewichtete mittlere Anzahl von Einträgen in Tabelle i
- TCi – ungewichtete totale Anzahl von Einträgen in Tabelle i
- TDi – Standardabweichung ungewichteter Einträgen in Tabelle i

# ***SNAs zur Anzeige typischer Modellinformationen***

- TG1 – verbleibender Terminierungszähler
- Vi – Wert der arithmetischen Variable i
- Wi – wartende Anzahl von Transaktion im Block i
- Xi – Wert von Savevalue-Block i
- XN1 – Nummer der aktiven Transition
- Z1 – verfügbarer Hauptspeicher in Bytes