

Modul OMSI-2 ***im SoSe 2010***

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

5. GPSS

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

Gut unterstützte Modellszenarien (1)

- Darstellung eines Transaktionslebenslaufes
 - Erzeugung von Transaktionen durch Zeitereignisse mittels **GENERATE**
 - Zustandsbedingte Transaktionserzeugung durch das Konzept „Transaktionen erzeugen Transaktionen“ mittels **SPLIT**
 - Einschränkung **nur als Kopie-Erzeugung**, aber
 - mit nachträglicher Interpretationsänderungsmöglichkeit
- Synchronisation von Transaktionslebensläufen
 - mittels spezieller Blöcke, die temporäre Gruppierungen, Blockierungen (bei Erfassung in impliziten Listen) organisieren
 - z.B: **DelayChain, CEC, FEC** (**es gibt weitere**)
 - mittels Bedingungsausdrücken: Abhängigkeit der Belegung von
 - Standardattributen der beteiligten Stationen (**starke Seite**)
 - Parameter-Belegungen der aktuellen Transaktion (**Mindestmöglichkeit**)
 - globaler Größen (Preis: schwer lesbare Modellstrukturen)

Gut unterstützte Szenarien (2)

- Effiziente Zustandereignismodellierung (~ ODEMx: CondQ)
 - 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 implizite Transaktionsliste zur Aufnahme von Transaktionen, die durch Zustandereignisse in Abhängigkeit der Stationsbelegung/Wertebelegung blockiert sind.

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

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

Problematische (nicht-unterstützte) Szenarien

- Referenzierung beliebiger Transaktionen
 - damit keine freie Synchronisation in Abh. anderer Transaktionen
- keine Erweiterungsmöglichkeit der Attributstruktur vordefinierter Stationen
 - damit auch keine spezielle Darstellung Abhängigkeitsrelation bzgl. zusätzlicher Attribute
- keine Strukturierungsmöglichkeit von Daten (statischer und dynamischer Art)
 - z.B. von Nachrichten (Nachrichtenlisten), die Transaktionen austauschen
 - auch dynamische passive Modellelemente (Datenstrukturen) müssen zwangsweise als Transaktionen dargestellt werden, ohne die Möglichkeit der Darstellung von Zugangs-, Manipulations-Routinen
- eingeschränkter Austausch von Informationen zwischen Transaktionen (i.allg. nur über globale Größen)
Muster für Nachrichtenaustausch (~ ODEMx: [PortHead/PortTail/Port](#))

5. GPSS

1. Grundphilosophie
2. Aktivatoren und Ereignisverwaltung
3. Einfaches GPSS-Beispiel
4. erste Einschätzung der GPSS-Ausdruckskraft
5. vordefinierte Modellierungsmuster (FACILITY)
6. Standardattribute
7. Block/Stations-Übersicht
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

PREEMPT schalter,,ersatzSchalter, 101, RE

PREEMPT schalter,PR,ersatzSchalter

Implizite Transaktionslisten von Einrichtung und Speicher

- Verzögerungskette (DelayChain)

Blockierung von Transaktionen in Einrichtung und Speicher

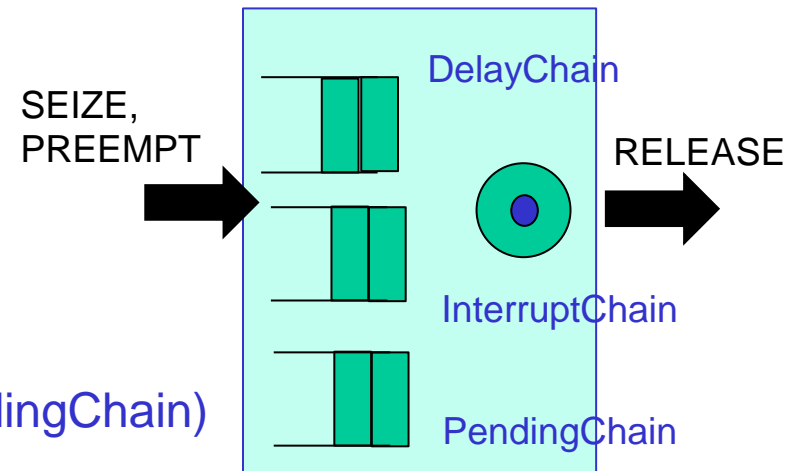
- Unterbrechungskette (InterruptChain)

Erfassung von (in ihrer Bedienung) verdrängten Transaktionen einer Einrichtung

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

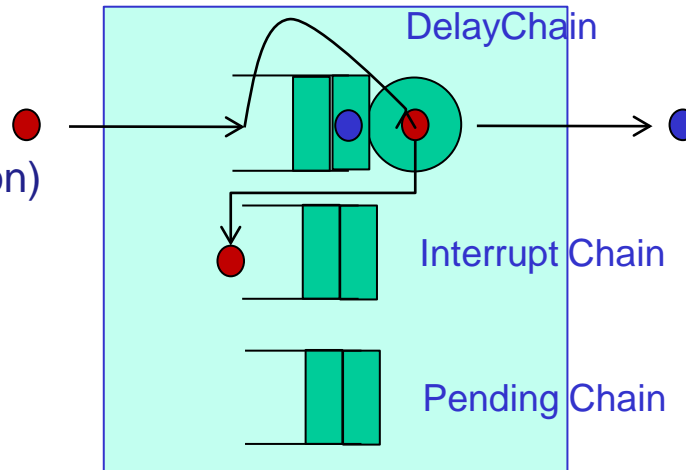
- bevorzugte Blockierungskette (PendingChain)

Erfassung von blockierten
(mit Verdrängungsforderung) angetretenen
Transaktionen einer Einrichtung

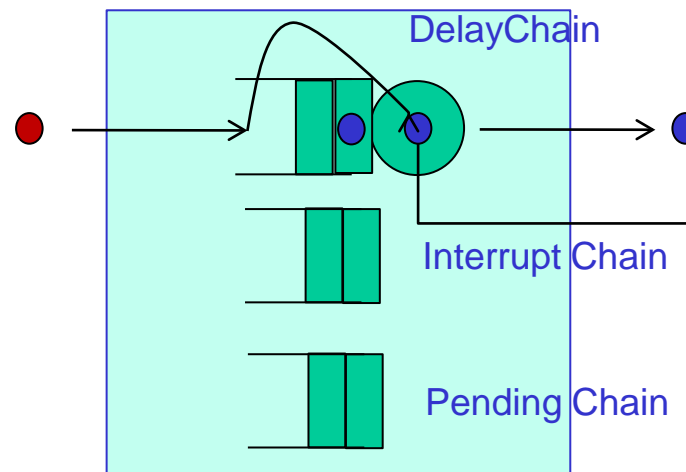


PREEMPT: Priority- und Remove-Modus

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
F_j	Belegungszustand der Einrichtung j {1 – belegt, 0 – frei}
-Laufzeitsystem-	Nummer der belegenden Transaktion
FC_j	Anzahl der bisherigen Eintritte
FR_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

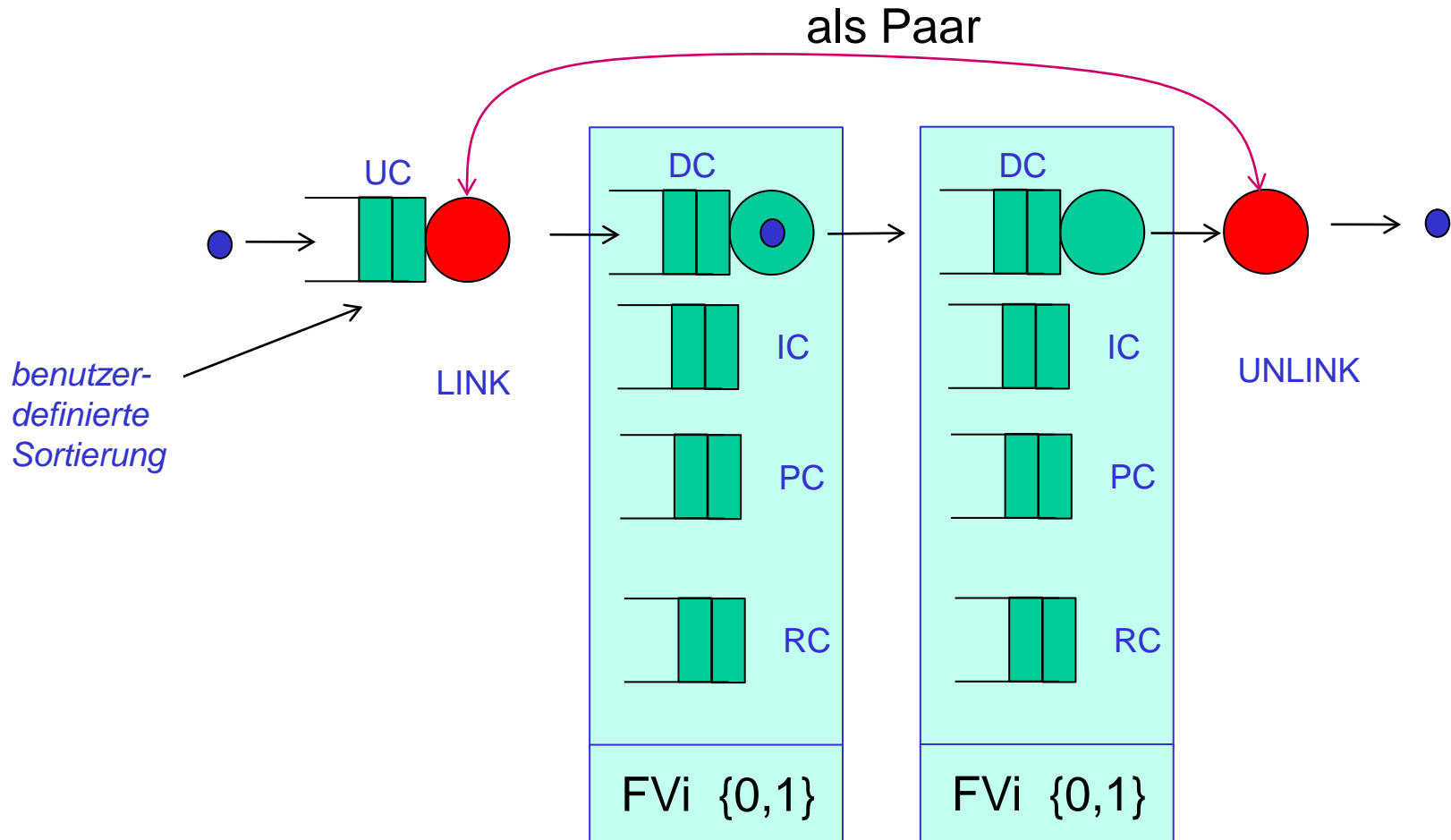
- Zustandsbedingte Blockierungskette (**RetryChain**)
nahezu aller Modellierungseinheiten, die über numerische Standardattribute verfügen.
- Einsatz bei **TEST, GATE, TRANSFER ALL, TRANSFER BOTH**

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)



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. Aktivatoren und Ereignisverwaltung
3. Einfaches GPSS-Beispiel
4. erste Einschätzung der GPSS-Ausdruckskraft
5. vordefinierte Modellierungsmuster (FACILITY)
6. Standardattribute
7. Block/Stations-Übersicht
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 Events 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
S_j	momentaner Inhalt
R_j	momentane freie Kapazität
SA_j	mittlerer Speicherinhalt
ST_j	mittlere Verweilzeit der Transaktionen
SR_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)*

Attribute eines Schalters

Zugriff	Bedeutung
-Laufzeitsystem-	Nummer oder Name j des Schalters
LS j	Momentane Stellung { 1 – ein, 0 – aus }
-Laufzeitsystem-	Nummer der letzten Transaktion der Verzögerungskette

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 der aktiven Transaktion:	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-Mengen-Nummer*
- AC1 : *Modellzeit seit letztem CLEAR*
- C1 : *Modellzeit seit dem letztem RESET*
- M1 : *Zeitdauer seit letztem MARK*
- MP *i* : *Zeitdauer seit Parameterwert i*
- PR : *Priorität der aktiven Transaktion*
- TG1 : *verbleibender Terminierungszähler*

→ globale Variablen

SNAs zur Anzeige typischer Modellinformationen

- A1** – Assembly-Mengen-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_i** – Anzahl von Werten in einer logischen Transaktionsgruppe *i*
- GT_i** – Anzahl von Transaktionen in Transaktionsgruppe *i*
- LS_i** – Wert des logischen Schalters *i* {0, 1}
- MB_i** – 1 falls Transaktion in Block *i* zur gleichen Assembly-Gruppe gehört wie **aktuelle Transition**
- MP_j** – Transitzeit seit Zeitpunkt (festgelegt in Parameter *j*)
- MX_i(*m,n*)** – Wert von Matrix *i* an der Stelle (*m,n*)
- M1** – Wert von Zeitdifferenz |clock- MarkTime|
- N_i** – totale Eintrittszahl in Block *i*
- P_j** – aktueller Wert von Parameter *j* der aktuellen Transition
- PR** – Priorität der aktuellen Transition

Warteschlange

- Q_i** – aktuelle Belegung der Queue *i*
- QA_i** – mittlere Belegung der Queue *i*
- QC_i** – totale Belegung der Queue *i*
- QM_i** – maximale Belegung der Queue *i*
- QT_i** – mittlere Wartezeit in der Queue *i*
- QX_i** – mittlere Wartezeit in der Queue *i* ohne Durchläufer
- QZ_i** – 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

5. GPSS

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

Erzeugung von Transaktionen

GENERATE A, B, C, D, E

- ist ein Block zur Erzeugung von Transaktionen
- nach der Erzeugung durchlaufen diese die nachfolgenden Blöcke bis Erreichen eines TERMINATE-Blockes
- Erzeugungsabstände: gleichverteilt im Intervall $[A-B, A+B]$
- Operand **B** kann leer sein, dann äquidistante Erzeugungsabstände (oder **Zufallsgeneratorangabe**)
- Operand **C** ist der Zeitpunkt des ersten Aktivators, der GENERATE verlässt
(kann leer sein)
- Operand **D** ist maximale Anzahl von Aktivatoren
(leer bedeutet unbeschränkt)
- Operand **E** ist Prioritätswert $[0, 127]$
(leer Null)

Wertzuweisungen für Transaktionsparameter

ASSIGN A(+,-), B, C

- ist ein Block zur Wertzuweisung für Transaktionsparameter
- Zuweisung erfolgt bei jedem Betreten des Blockes durch eine Transaktion
- Operand **A** ist Nummer/Name des Parameters, der aktualisiert werden soll
- Operand **A+** (Wert wird addiert), **A-** (Wert wird subtrahiert)
- Operand **B** ist der Wert / Summand, Subtrahend
- Operand **C** ist Nummer einer Funktion

ASSIGN 2000,150.6

ASSIGN Text, "Look on my works."

ASSIGN 2000-, -3

P2000

P\$Text

Zugriff

Parametername wird angelegt, falls noch nicht vorhanden

Typen: String, Integer, Float, Boolean

Wertzuweisungen an globale Größen

SAVEVALUE A, B

- ist ein Block zur Wertzuweisung an einfache globale Variablen
- Zuweisung erfolgt bei jedem Betreten des Blockes durch eine Transaktion
- Operand **A** ist Nummer/Name des Skalars
- Operand **B** ist der zuzuweisende Wert

SAVEVALUE Account ,99.95

X\$Account

*globale Variablen besitzen Retry-Chain
enthalten Transaktionen, die zustandsbedingt im TEST-, ...Block blockiert sind*

Feld-Operationen

Label MATRIX A, B, C

- ist eine Anweisung zur Definition eines Feldes **Label**
- A wird nicht benutzt
- B Zeilenzahl
- C Spaltenzahl

MSAVEVALUE A(+/-), B: Row, C: Colum, D:Value

- ist ein Block zur Wertzuweisung für ein Matrixfeld
- A ist Name/Nummer der Matrix

INITIAL A, B

- ist eine Anweisung zur Definition eines Feldes **Label**
- A ist Name/Nummer der Matrix B Zeilenzahl
-

Vervielfachung von Transaktionen

SPLIT A, B, C

- ist ein Block, der Kopien der ihn betreffenden Transaktion erzeugt
- Operand **A** ist Anzahl der zu erzeugenden Kopien
- Operand **B** ist Nummer oder Name des Blockes, zu dem die Kopien bewegt werden sollen,
- Das Original wird zum Folgeblock bewegt
(Ist **B** leer werden auch die Kopien zum Folgeblock bewegt)
- Operand **C** gibt Nummer des Parameters, der zur lfd. Nummerierung von Original und Kopien benutzt wird

SPLIT 3,Pro,17

SPLIT 3,Pro,P\$17

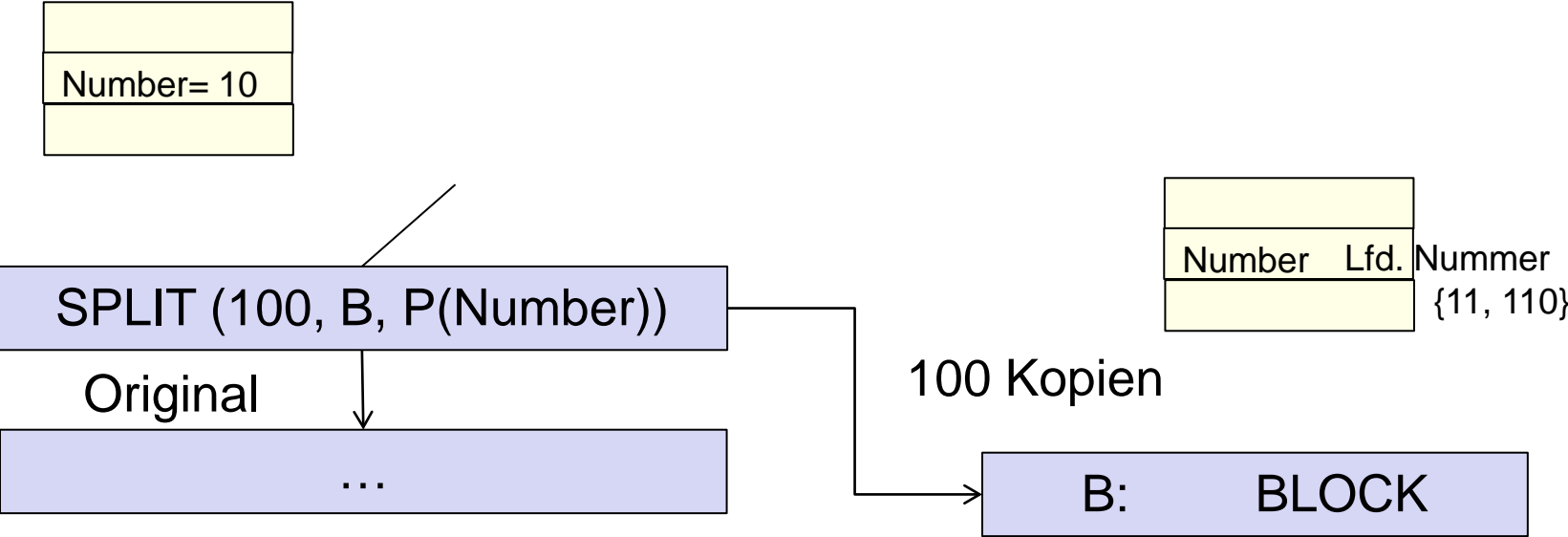
Unterschied klarmachen !

Auszug Ref.Manual:

each time the split Block is entered, 3 new Transactions are created. The parent Transaction goes to the Next Sequential Block, the offspring to a Block labeled Pro. Parameter 17 will receive the serialization.

If the parent Transaction's Parameter is not predefined, it will be created and initialized to 0. In this example, the parent Transaction with a value of 0 in the Parameter 17, (the Parameter to be used for serialization) will, after passing through the SPLIT Block, have a 1 in Parameter 17 and the offspring will have 2, 3, and 4 in Parameter 17

Nummernverwaltung



Zeitmarkierung

MARK A

- ist ein Block zur Aktualisierung von Zeitmarkierungen
- Operand **A** ist ein Parameter, zur Speicherung der aktuellen Modellzeit (nutzereigene Speicherung von Zeitstempeln), kein Einfluss auf **M1** aber auf **MP**)

Wird kein Parameter angegeben, wird die aktuelle Modellzeit im Attribut MarkTime gespeichert

```
MARK
...
TEST G M1,70000
```

C1 – MarkTime der aktuellen Transaktion

```
MARK StartZeitpunkt
...
TEST G MP$Startzeitpunkt,70000
```

C1 – Startzeitpunkt der aktuellen Transaktion

Warteschlangenstatistik

QUEUE A, B

- ist ein Block zur zeitlichen Verzögerung von Transaktionen (im Terminkalender= aktuelle + zukünftige Ereignisliste)
- Operand **A** ist Name/Nummer der Warteschlange, die betreten wird
- Operand **B** ist Inkrement-Wert (optional)

DEPART A

- ist ein Block zur statistischen Erfassung von Transaktionen (in einer (Warteschlange))
- Operand **A** ist Name/Nummer der Warteschlange, die verlassen wird
- Operand **B** ist Dekrement-Wert (optional)

Verzögerung

ADVANCE A, B

- ist ein Block zur statistischen Erfassung von Transaktionen (in einer Warteschlange)
- Verzögerungswert: gleichverteilt im Intervall $[A-B, A+B]$

Vernichtung von Transaktionen

TERMINATE A

- ist ein Block zur Vernichtung von Transaktionen
- Operand **A** gibt Anzahl von Einheiten an, um die der Wert des Startzählers verringert wird (Count-Down-Zähler)
- erreicht der Startzähler Null, bricht die Simulation ab

START A, B

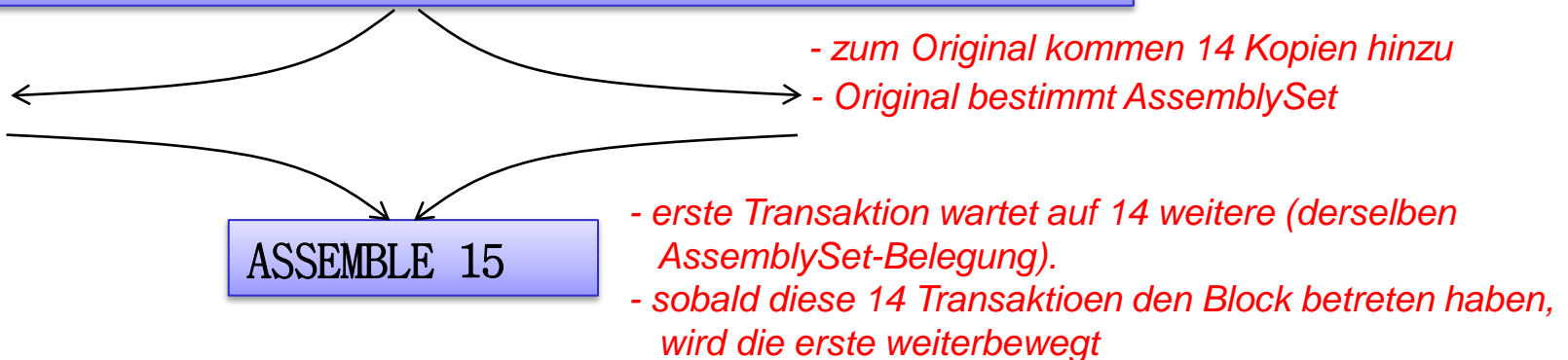
- ist eine Steueranweisung, die die Ausführung einer Simulationsphase steuert
- Operand **A** ist der Anfangswert des Startzählers
- Operand **B** steuert die Ausgabe des Simulators (leer: Standardausgabe)

Behandlung von Transaktionsgruppen

ASSEMBLE A

- ist ein Block zur Synchronisation und Zusammenlegung von n Transaktionen der gleichen AssemblySet-Belegung bei Vernichtung der „überflüssigen“ Transaktionen
- Operand A ist der Transaktionszähler n (≥ 0)

SPLIT 14, CopyDestination, P\$SerialNumber

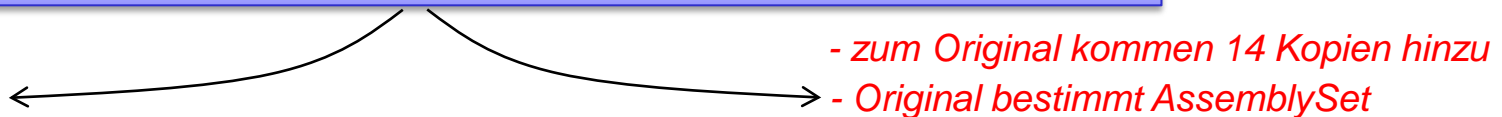


Behandlung von Transaktionsgruppen (Forts.)

GATHER A

- ist ein Block zur Synchronisation von n Transaktionen der gleichen AssemblySet-Belegung bei Fortsetzung aller Transaktionen
- Operand **A** ist der Transaktionszähler n (≥ 0)

SPLIT 14, CopyDestination, P\$SerialNumber



GATHER 15

- erste Transaktion wartet auf 14 weitere (derselben AssemblySet-Belegung).
- sobald diese 14 Transaktionen den Block betreten haben, wird alle gleichzeitig(sequentiell) weiterbewegt

Behandlung von Transaktionsgruppen (Forts.)

MATCH A

- ein Paar von MATCH-Blöcken dient der Synchronisation von **einem** Transaktionspaar der gleichen AssemblySet-Belegung bei Fortsetzung beider Transaktionen
- Operand **A** ist die Identifikation des konjugierten MATCH-Blockes

SPLIT 14, CopyDestination, P\$SerialNumber

X MATCH Y

Y MATCH X

- zum Original kommen 14 Kopien hinzu
- Original bestimmt AssemblySet

TRANSFER

BOTH, ALL, PICK, FN, P, SBR, SIM,
Ausdruck, SNA

label TRANSFER a, b, c, d

Springt zu einem bestimmten Block.

a – Wahrscheinlichkeit oder Mode

b – Block-Angabe

c – Block-Angabe

d – Inkrement für den Fall a=ALL (Standardwert 1)

label	TRANSFER	, CLERK1	<i>unbedingter Sprung</i>
...			
	TRANSFER	BOTH, T1, T2	<i>zum ersten verfügbaren Block</i>

Verzweigung und Vereinigung von Transaktionsströmen (1)

TRANSFER A, B, C, D

- ist ein Block zur Verzweigung von Transaktionsströmen bzw. zur Vereinigung von zwei Strömen
- Nächste Block:=
 - a) Operand **A** ist leer,
B ist dann Nummer/Name des Folgeblockes
 - b) Operand **A** enthält eine Wahrscheinlichkeitsangabe p (.xxx)
B ist dann Nummer/NAME des Blockes zu dem mit Wahrscheinlichkeit $1-p$ verzweigt wird
(**B** leer, wird zum Folgeblock verzweigt)
Operand **C** gibt Nummer/Name des Blockes an, zu dem die Transaktion mit Wahrscheinlichkeit p verzweigt wird
 - c) Operand **A** ist Modus: ALL ...?

ZielBlock

*verwaltet implizit Kette gemischter Transaktionen,
sortiert nach Priorität und FIFO bei Gleichheit
(Verzögerungskette/RetryChain)*

TRANSFER: Unconditional Mode

TRANSFER ,New_Place

When a Transaction enters this TRANSFER Block,
it is immediately scheduled for the Block at location New_Place

Ein Sprung zu einem GENERATE-Block führt zum Abbruch der Simulation mit Fehlermeldung

TRANSFER: Fractional Mode

TRANSFER **.75**, ,New_Place

When a Transaction enters this TRANSFER Block, it proceeds to the location named NEW_PLACE with a probability of .75.

The remaining times it proceeds to the Next Sequential Block. You can select which random number generator number is to be used as the source of the random number.

This is set in the "Random" page of the Model Settings Notebook.

TRANSFER: Both Mode

TRANSFER **BOTH**,First_Place,Second_Place

When a Transaction enters this TRANSFER Block, the Block at location First_Place is tested. If the Transaction can enter, it does so. If not, the Block at location Second_Place is tested. The Transaction enters if it can. Otherwise, it remains in the TRANSFER Block until it can leave

Die blockierte Transaktion wird in den RetryChains der Verfügbarkeitsattribute der beiden Blöcke vermerkt:

- SEi (Speicherverfügbarkeit)
- FVi (Einrichtungsvfügbarkeit)

andere Blöcke (bis auf GENERATE) können unproblematisch angesprungen werden

TRANSFER: All Mode

TRANSFER **ALL**,First_Place,Last_Place,2

When a Transaction enters this TRANSFER Block, the Block at location First_Place is tested. If the Transaction can enter, it does so.

If not, the Blocks at every second higher location are tested. The Transaction enters if it can.

If all tested Blocks refuse, the testing ends with the Block at location Last_Place, or with the Block just before it, depending on the separation of First_Place and Last_Place.

If no Block accepts, the Transaction remains in the TRANSFER Block until it can leave

Die blockierte Transaktion wird in den RetryChains der Verfügbarkeitsattribute der aller Blöcke vermerkt:

- SEi (Speicherverfügbarkeit)
- FVi (Einrichtungsvfügbarkeit)

andere Blöcke (bis auf GENERATE) können unproblematisch angesprungen werden

TRANSFER: Pick Mode

TRANSFER **PICK**,First_Place,Last_Place

When a Transaction enters this TRANSFER Block, a location is chosen randomly which is numerically between First_Place and Last_Place, inclusively. The chosen location is the next destination for the Active Transaction. You can select which random number generator number is to be used as the source of the random number.

Sollte die Transaktion blockieren, wird sie in den RetryChains der Verfügbarkeitsattribute des gewählten Blockes vermerkt:

- SEi (Speicherverfügbarkeit)
- FVi (Einrichtungsvfügbarkeit)

TRANSFER: Function Mode

TRANSFER FN,Func1,5

When a Transaction enters this TRANSFER Block, the function entity named FUNC1 is evaluated, and added to 5, to determine the location of the destination

Sollte die Transaktion blockieren, wird sie in den RetryChains der Verfügbarkeitsattribute des gewählten Blockes vermerkt:

- SEi (Speicherverfügbarkeit)
- FVi (Einrichtungsvfügbarkeit)

TRANSFER: Parameter Mode

TRANSFER P,Placemark,1

When a Transaction enters this TRANSFER Block, it is immediately scheduled for the Block immediately after the location specified in the Transaction Parameter named Placemark.

Sollte die Transaktion blockieren, wird sie in den RetryChains der Verfügbarkeitsattribute des gewählten Blockes vermerkt:

- SEi (Speicherverfügbarkeit)
- FVi (Einrichtungsvfügbarkeit)

TRANSFER: Subroutine Mode

TRANSFER **SBR**,New_Place,Placemark

When a Transaction enters this TRANSFER Block, it is immediately scheduled for the Block at location New_Place. The location of the TRANSFER Block is placed in the Parameter named Placemark. If there is no such Parameter, it is created.

To return from the subroutine, use a TRANSFER Block in Parameter Mode.

Sollte die Transaktion blockieren, wird sie in den RetryChains der Verfügbarkeitsattribute des gewählten Blockes vermerkt:

- SEi (Speicherverfügbarkeit)
- FVi (Einrichtungsvfügbarkeit)

TRANSFER: Simultaneous Mode

TRANSFER **SIM**, Node1ay_Place, Delay_Place

When a Transaction enters this TRANSFER Block, it is immediately scheduled for the Block at location New_Place. The location of the TRANSFER Block is placed in the Parameter named Placemark. If there is no such Parameter, it is created.

To return from the subroutine, use a TRANSFER Block in Parameter Mode.

Sollte die Transaktion blockieren, wird sie in den RetryChains der Verfügbarkeitsattribute des gewählten Blockes vermerkt:

- SEi (Speicherverfügbarkeit)
- FVi (Einrichtungsvfügbarkeit)

SELECT

FNV, FV, I, LS, LR, NI, NU, SE, SF, SNE, SNF, SNV, SV,
U, E, G, GE, LE, MIN, MAX, NE

label SELECT co a, b, c, d, e, f

bestimmt eine Entität, die der Bedingung entspricht,
und legt Identifikation in einen Parameter der aktiven Transition ab.

- a – Angabe des Parameters
- b – untere Entitätsnummer
- c – obere Entitätsnummer
- d -
- e – SNA-Klassenname

label SELECT MIN 4, CLERK1, CLEARK7, , Q
 QUEUE P4
 SEIZE P4

Auswahl der Einrichtung mit kürzester Warteschlange

Zustandsbedingte Verzweigung (2)

GATE x A, B

Zustandsbedingung x:

- FU Facility used
- FNU Facility not used
- SE Storage empty
- SNE Storage not empty
- SF Storage full
- SNF Storage not full
- SA Storage available
- SNA Storage not available
- LR Logic reset
- LS Logic set

*Gate-Block
verwaltet implizit Kette blockierter
Transaktionen,
sortiert nach Priorität und FIFO bei
Gleichheit*

Operanden:

- Operand **A** Nummer/Name des zu testenden Elementes
- Operand **B** ist Zielblock, falls Zustandsbedingung nicht erfüllt ist, Übergang zum Folgeblock, falls Bedingung erfüllt ist.
(**B** leer, dann Blockierung)

Zustandsbedingte Verzweigung (3)

TEST x A, B, C

Arithmetische Zustandsbedingung x:

- E equal
- NE not equal
- L lower
- LE lower equal
- G greater
- GE greater equal

Operanden:

- Operand **A** erster Vergleichswert
- Operand **B** zweiter Vergleichswert
- Operand **C** ist Zielblock, falls Zustandsbedingung nicht erfüllt ist, Übergang zum Folgeblock, falls Bedingung erfüllt ist.
(**C** leer, dann Blockierung)

TEST G C1,70000

aktuelle Modellzeit

*evtl. blockierte Transaktion wird in
RetryChain der Variablen gespeichert*

TEST G Q\$Teller,Q\$Teller2,Cont

Warteschlangenlänge

Zyklen

LOOP A, B, C, D

- Operand **A** Parameternummer (Attribut wird zur Zählung der Iterationen benutzt, aktueller Wert wird als Initialwert interpretiert)
- Operand **B** ist der maximale Iteratorwert
- Operand **C** ist die Schrittweite ($A := A + C$)
- Operand **D** ist Zielblock, falls $A \leq B$
sonst Übergang zum Folgeblock, falls maximale Iteration überschritten.

SPEICHER (~ ODEMX-Ressource)

A STORAGE st

- ist eine Anweisung, die der Kapazitätsinitialisierung von Speichern dient
- **A** ist (global 1-deutiger) Speicherbezeichner, **st** ist der Kapazitätswert

ENTER A

- ist ein Block, der die Belegung eines Speichers durch eine Transaktion bewirkt (falls dieser noch frei ist, sonst Blockierung)
- Operand **A** ist Name/Nummer des Speichers, der belegt wird

LEAVE A

- ist ein Block, der die Entfernung einer Transaktion aus einem Speicher bewirkt u. die nächste Belegungsblockierung einer Transaktion aufhebt
- Operand **A** ist Name/Nummer des Speichers, der freizugeben ist

Logischer Schalter (Semaphore-Variablen)

LOGIC x A

Belegung x:

- R logic reset (Schalter aus)
- S logic set (Schalter ein)
- I (Schalter umschalten)

Operanden:

- Operand A ist Name/Nummer des Schalters, der belegt wird

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

Einrichtungssperrung

FUNAVAIL A, B, C, D, E, F, G, H

- ist ein Block, der die Belegung einer Einrichtung durch Transaktionen verhindert
- Operand **A** ist Name/Nummer der Einrichtung, die gesperrt wird
- Operand **B** ist ein **Modus** {RE- Remove, CO- Continue, leer} der verdrängenden Transaktion
- Operand **C** ist Name/Nummer des Blockes (leer möglich), zu dem die verdrängende Transaktion verzweigt wird
- Operand **D** ist Nummer des Parameters der verdrängten Transaktion, zur Speicherung der Restbedienzeit (kann leer sein)
- Operand **E** ist ein **Modus** {RE- Remove, CO- Continue, leer} der verdrängten Transaktion
- Operand **F** ist Name/Nummer des Blockes (leer möglich), zu dem die verdrängte Transaktion verzweigt wird
- Operand **G** ist ein **Modus** {RE- Remove, CO- Continue, leer} der hängenden oder verzögerten Transaktionen
- Operand **H** ist Name/Nummer des Blockes (leer möglich), zu dem die hängenden oder verzögerten Transaktionen verzweigt werden

Einrichtungsfreigabe

FAVAIL A

- Operand **A** ist Name/Nummer der Einrichtung, deren Sperrung aufgehoben wird.

Speichersperrung und -freigabe

SUNAVAIL A

- Operand **A** ist Name/Nummer des Speichers, der gesperrt wird

SAVAIL A

- Operand **A** ist Name/Nummer des Speichers, dessen Sperrung aufgehoben wird.

Festlegung von Blocknummern (Steueranweisung)

...		
QUEUE	schalterQ	10000
QUEUE	Abteilung	10001
SEIZE	Angestellter1	10002
SEIZE	Angestellter2	10003
ENTER	Bereich	10004
...		

Blöcke

bekommen interne Nummern

10000

10001

10002

10003

10004

manchmal für Indizierung ungeeignet

Label EQU A

- Label ist der Name eines Blockes oder eines Skalars
- Operand **A** ist der festzugeordnete Wert

Angestellter1	EQU	1
Angestellter2	EQU	2
Bereich	EQU	3
...		

Value	EQU	10
Angestellter2	EQU	2
Bereich	EQU	3
...		

5. GPSS

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

Muster asynchrone Kommunikation

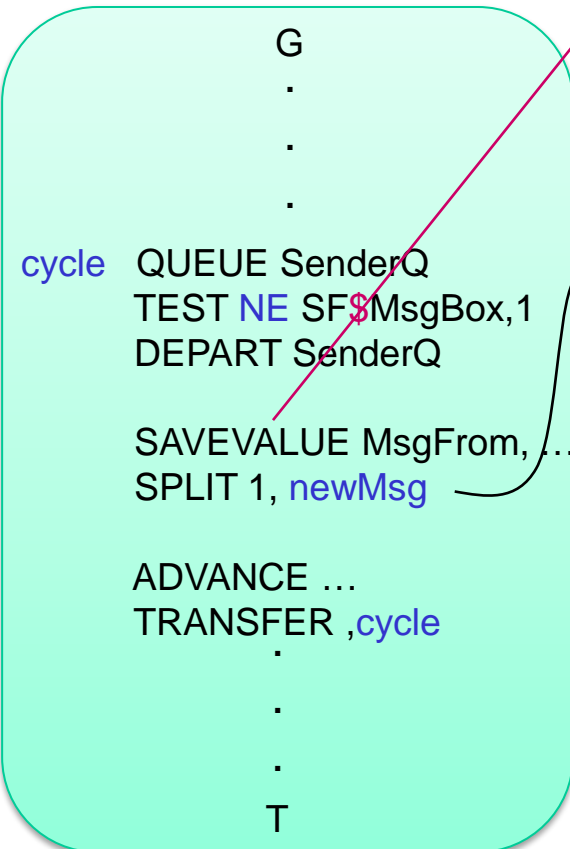
SFi = 1, falls Speicher i voll ist, sonst 0
SEi = 1, falls Speicher i leer ist, sonst 0

MsgBox STORAGE 2

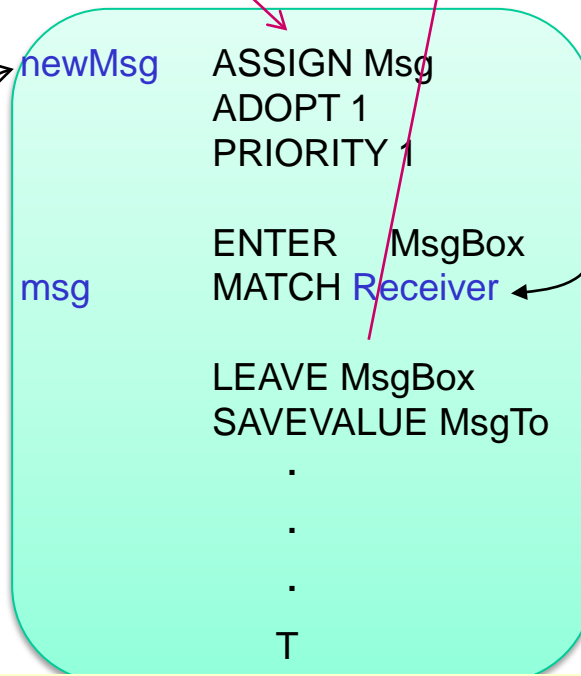
begrenzter Puffer

MsgFrom

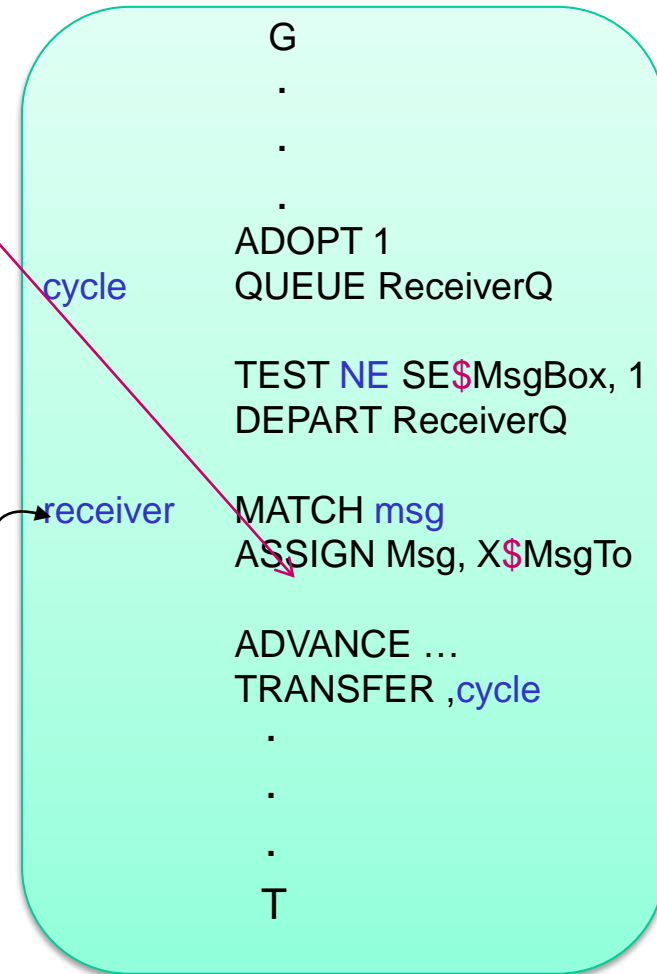
MsgTo



Sender-Transaktionen



Nachricht-Transaktionen

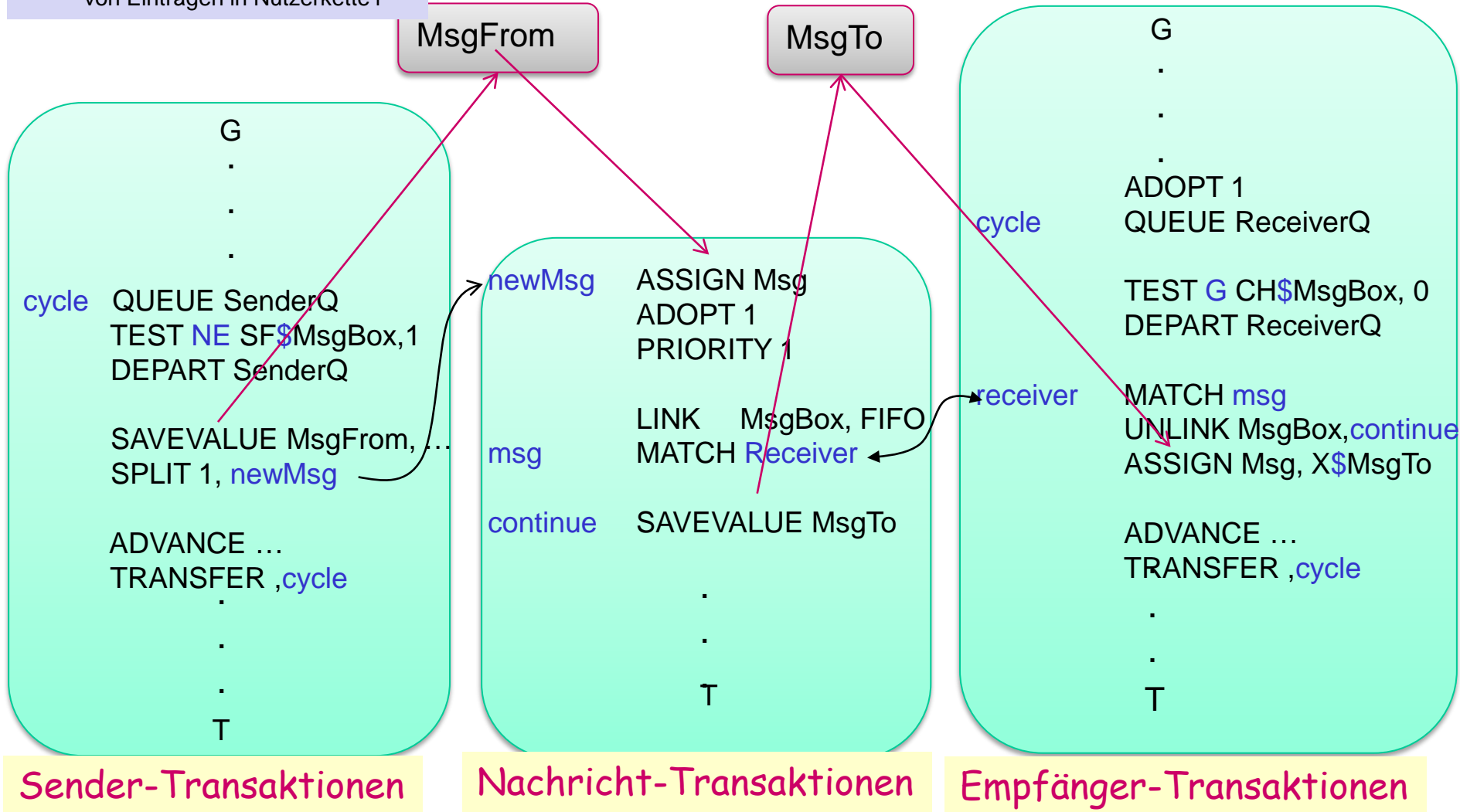


Empfänger-Transaktionen

Muster asynchrone Kommunikation

SFi = 1, falls Speicher i voll ist, sonst 0
 CHi = augenblickliche Anzahl
 von Einträgen in Nutzerkette i

unbegrenzter Puffer (LINK)



```

MsgBox                STORAGE  2

                        ** sender
LblSendLoop QUEUE    GENERATE  ,,1
                        SenderQ
                        TEST NE   SF$MsgBox,1
                        DEPART    SenderQ
                        SAVEVALUE rmsg+,1
                        SPLIT     1,LblMsg
                        ADVANCE   2
                        TRANSFER  ,LblSendLoop

LblMsg                 ** message
                        ASSIGN    content,X$rmsg
                        ADOPT     1
                        ENTER     MsgBox
                        PRIORITY  1
LblWaitForMsg         MATCH     LblWaitForRecv
                        SAVEVALUE msgContent,P$content
                        LEAVE     MsgBox
                        TERMINATE

                        ** receiver
LblRecvLoop QUEUE    GENERATE  ,,1
                        ADOPT     1
                        ReceiverQ
LblWaitForRecv        TEST NE   SE$MsgBox,1
                        DEPART    ReceiverQ
                        MATCH     LblWaitForMsg
                        ASSIGN    content,X$msgContent
                        ADVANCE   8
                        TRANSFER  ,LblRecvLoop

                        ** sim
GENERATE  ,,200,1
TERMINATE 1

```

```

                        ** sender
LblSendLoop QUEUE    GENERATE  ,,1
                        SenderQ
                        TEST NE   SF$MsgBox,1
                        DEPART    SenderQ
                        SAVEVALUE rmsg+,1
                        SPLIT     1,LblMsg
                        ADVANCE   2
                        TRANSFER  ,LblSendLoop

LblMsg                 ** message
                        ASSIGN    content,X$rmsg
                        ADOPT     1
                        LINK      MsgBox,FIFO
LblMsgSave PRIORITY  2
LblWaitForMsg         MATCH     LblWaitForRecv
                        SAVEVALUE msgContent,P$content
                        TERMINATE

                        ** receiver
LblRecvLoop QUEUE    GENERATE  ,,1
                        PRIORITY  1
                        ADOPT     1
                        ReceiverQ
                        TEST G    CH$MsgBox,0
                        DEPART    ReceiverQ
                        UNLINK    MsgBox,LblMsgSave
LblWaitForRecv        MATCH     LblWaitForMsg
                        ASSIGN    content,X$msgContent
                        ADVANCE   8
                        TRANSFER  ,LblRecvLoop

                        ** sim
GENERATE  ,,200,1
TERMINATE 1

```