

Scheduling für Multipath-Transportprotokolle

Daniel Sarnow

Department Informatik
HAW Hamburg

25. April 2017



Inhaltsverzeichnis

- 1 Grundlagen
- 2 Forschung
- 3 Experimentierplattformen
- 4 Konferenzen
- 5 Meine Projekte & Ziele

Transportprotokolle

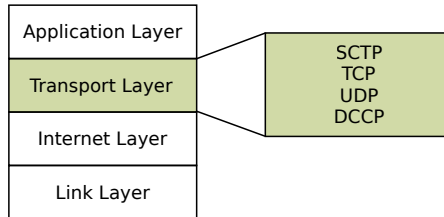


Abbildung 1.1: Internet Model nach Braden, 1989

Transportprotokolle

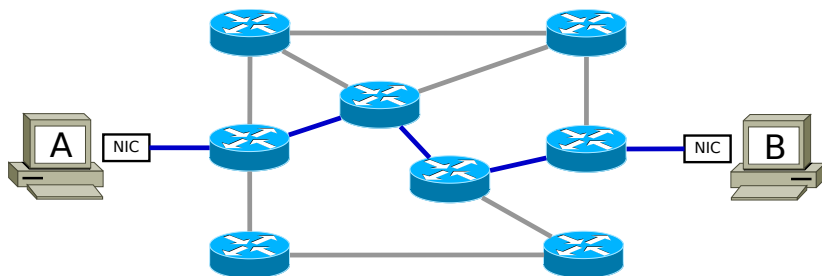


Abbildung 1.2: Einfaches non-CMT-Flow Beispiel

Multipath-Transportprotokolle

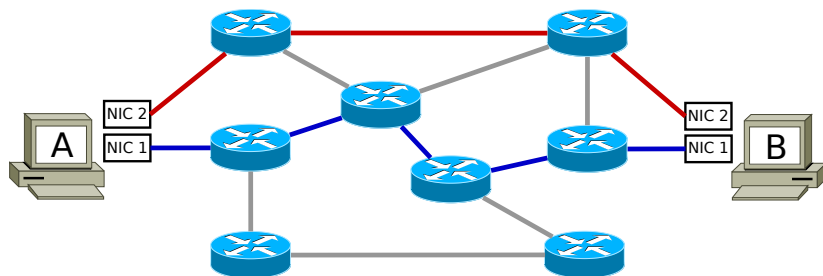


Abbildung 1.3: Einfaches CMT-Flow Beispiel

Round-Robin Scheduling

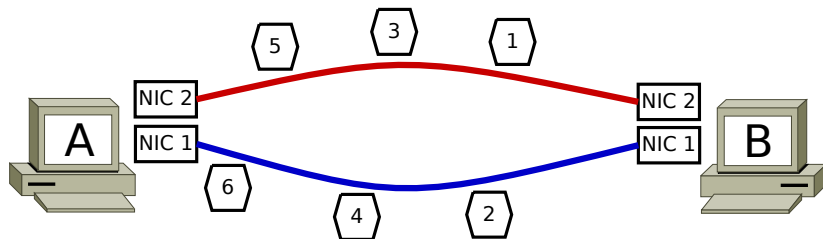


Abbildung 1.4: Round-Robin Scheduling Beispiel mit gleichen Pfaden

Round-Robin Scheduling

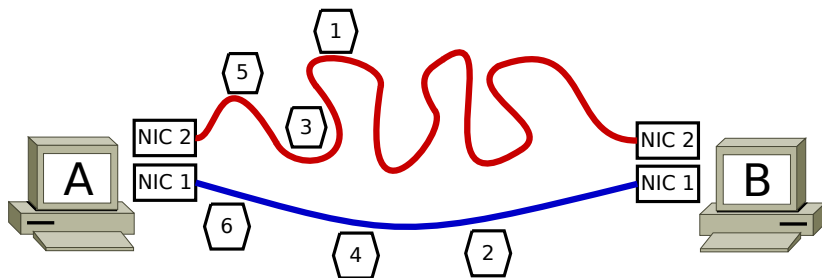


Abbildung 1.5: Round-Robin Scheduling Beispiel mit ungleichen Pfaden

Scheduling

Ziel

Pakete sollen so auf die Pfade verteilt werden, dass diese in-order beim Empfänger ankommen.

Design Regeln nach Raiciu, Wischik und Handley, 2009

- Improve Throughput
- Balance Congestion

Forschung - Übersicht

- **Paasch u. a., 2014:**
Vergleich Round-Robin mit lowRTT Scheduler
- **Ferlin u. a., 2016:**
BLEST - Blocking ESTimation-based Scheduler &
OTIAS - Out-of-Order Transmission In-Order Arrival Scheduler
- **Verma und Kumar, 2017:**
Adaptiver Data Chunk Scheduler for CMT (A-CMT)

Verbesserter Round-Robin Scheduler (lowRTT)

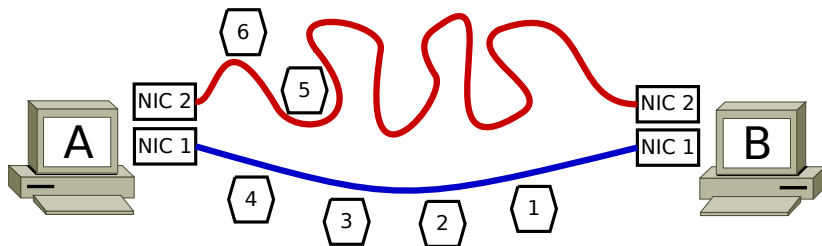
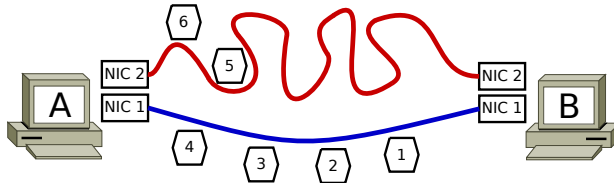


Abbildung 2.1: lowRTT Round-Robin Scheduling Beispiel

Verbesserter Round-Robin Scheduler (lowRTT)



Probleme (Paasch u. a., 2014)

- *ack-clocked* scheduling
- Weiterhin Buffer Blocking Probleme, daher lowRTT mit RP
- Große Delayunterschiede: Penalization nicht ausreichend
- Penalization sogar schädlich wenn Shared Bottlenecks vorliegen

BLEST (Ferlin u. a., 2016)

BLEST - BLocking ESTimation-based Scheduler

- lowRTT mit RP: reaktiver Ansatz
- BLEST Scheduler: proaktiver Ansatz
 - Bestimme Wahrscheinlichkeit für HoLB auf einem Pfad
 - Reagiere vorher um Blocking zu verhindern

OTIAS (Ferlin u. a., 2016)

OTIAS - Out-of-order Transmission In-order Arrival Scheduler

- Nutzt RTT, Congestion Window *cwnd*, *flightsize* und Anzahl gebufferter Pakete pro Pfad
- Berechnet Ankunftszeit des Paketes und scheduled entsprechend
- Wenn *cwnd* voll ist, werden die Pakete gebuffered.

Adaptiver Data Chunk Scheduler for CMT (A-CMT)

A-CMT (Verma und Kumar, 2017)

- Schedulingentscheidungen basiert auf RTT und Bandbreite
- Bandbreite wird über RTT und Congestion Window *cwnd* bestimmt
- Verhältnis von momentaner und möglicher Übertragungsrate wird für das Scheduling genutzt
- A-CMT verändert das *cwnd* um die Nutzung der Pfade zu beeinflussen

Experimentierplattformen

Simulation

- OMNeT++/INET Framework [↗](#)
Simulator für wired, wireless und mobile Netzwerke
- Common Open Research Emulator (CORE) [↗](#)
Mobile Network Emulation and Simulation Tool
- Network Simulator (ns-2/3) [↗](#)

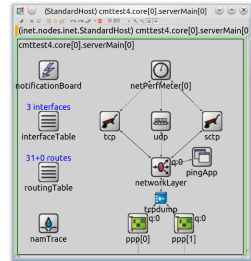


Abbildung 3.1:
OMNeT++/INET
Beispiel aus
Dreibholz, 2012

Experimentierplattformen

Real-World

- CaDS Multi-Homing Testbed
- NorNet Core/Edge [↗](#)

A Real-World, Large-Scale Multi-Homing Testbed

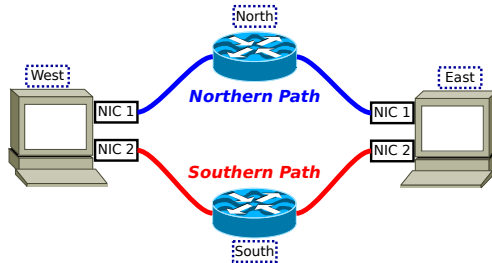


Abbildung 3.2: CaDS Multi-Homing Testbed

Konferenzen

- **International Conference on Communications**

IEEE ICC 2017 [↗](#) : 21.-25. Mai 2017 in Paris

Bridging People, Communities, and Cultures

- **IFIP Networking Conference**

IFIP Networking 2017 [↗](#) : 12.-15. Juni 2017 in Stockholm

The future of networking: Defined by software, driven by data and designed for all

- **Internet Engineering Task Force**

IETF 99 [↗](#) : 16.-21. Juli 2017 in Prag

- **ACM Special Interest Group on Data Communications**

ACM SIGCOMM 2017 [↗](#) : 21.-25. August 2017 in Los Angeles

- **Global Communications Conference**

IEEE GLOBECOM 2017 [↗](#) : 4.-8. Dezember 2017 in Singapore

Global Hub: Connecting East and West

Meine Projekte & Ziele für den Master

Meine bisherigen Projekte

- Vorlesung Rechnernetze
- Bachelorarbeit

SACK Handling for CMT-SCTP in the FreeBSD Kernel

Betreuer: Prof. Dr. Martin Becke, Prof. Dr. Franz-Josef Korf

Meine Ziele für den Master

Scheduling für Multipath-Transportprotokolle

Literatur I



Braden, Robert (1989). *Requirements for Internet Hosts - Communication Layers*. RFC 1122. IETF.



Raiciu, Costin, Damon Wischik und Mark Handley (2009). “Practical Congestion Control for Multipath Transport Protocols”. In: *University College London, London/United Kingdom, Tech. Rep.*



Paasch, Christoph u. a. (2014). “Experimental evaluation of multipath TCP schedulers”. In: *Proceedings of the 2014 ACM SIGCOMM workshop on Capacity sharing workshop*. ACM, S. 27–32.

Literatur II

-  Ferlin, Simone u. a. (2016). “BLEST: Blocking estimation-based MPTCP scheduler for heterogeneous networks”. In: *IFIP Networking Conference (IFIP Networking) and Workshops, 2016*. IEEE, S. 431–439.
-  Verma, Lal Pratap und Mahesh Kumar (2017). “An adaptive data chunk scheduling for concurrent multipath transfer”. In: *Computer Standards & Interfaces* 52, S. 97–104.
-  Dreibholz, Thomas (2012). “Evaluation and Optimisation of Multi-Path Transport using the Stream Control Transmission Protocol”. Habilitation Treatise. University of Duisburg-Essen, Faculty of Economics, Institute for Computer Science und Business Information Systems.