

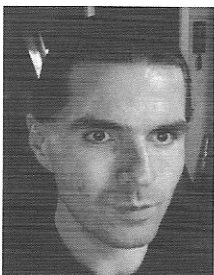
M. Brogle, D. Milic und T. Braun

Multicast-Middleware der Universität Bern, Schweiz, resultierend aus EU FP6 IST IP „EuQoS“

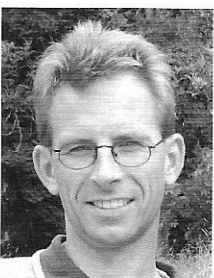
Gewinner des „KuVS Communication Software-Preis“ 2009



Marc Brogle erhielt 2004 sein Diplom in Informatik von der Universität Bern. Seit 2004 ist er Doktorand und Forschungsassistent in der Forschungsgruppe „Rechnernetze und Verteilte Systeme“ am Institut für Informatik und angewandte Mathematik der Universität Bern. Sein Forschungsgebiet umfasst unter anderem Quality of Service für Peer-to-Peer-Netze und Application Layer Multicast.



Dragan Milic hat sein Informatikstudium 1998 an der TU Berlin angefangen und ist 1999 zur Universität Bremen gewechselt, wo er 2000 seinen Vordiplom erhalten hat. Sein Diplomstudium hat er 2004 an der Universität Bern abgeschlossen. Seit 2004 ist er Forschungsassistent und Doktorand am Institut für Informatik und angewandte Mathematik der Universität Bern in der Forschungsgruppe „Rechnernetze und Verteilte Systeme“.



Torsten Braun erhielt 1990 seine Diplom in Informatik von der Universität Karlsruhe, wo er auch 1993 in Informatik promovierte. 1994-1995 war er Gastwissenschaftler bei INRIA in Sophia-Antipolis. Von 1995 bis 1997 war er am IBM European Networking Center in Heidelberg beschäftigt. Seit 1998 leitet er am Institut für Informatik und angewandte Mathematik der Universität Bern die Forschungsgruppe „Rechnernetze und

Verteilte Systeme“. Seit 2007 ist er auch Institutsdirektor. Des Weiteren ist er seit 2000 Mitglied des Stiftungsratsausschuss von Switch, dem Betreiber des Schweizer Forschungsnetzes.

FUNKTION DER SOFTWARE

Die Multicast-Middleware [1] dient als Schnittstelle zwischen IP Multicast-Anwendungen auf Endsystemen und einer beliebigen Application Layer Multicast (ALM) Lösung. Somit können Anwendungen auf ein standardisiertes Application Programming Interface (API) zugreifen und gleichzeitig von den Vorteilen der Benutzung einer ALM-Lösung profitieren.

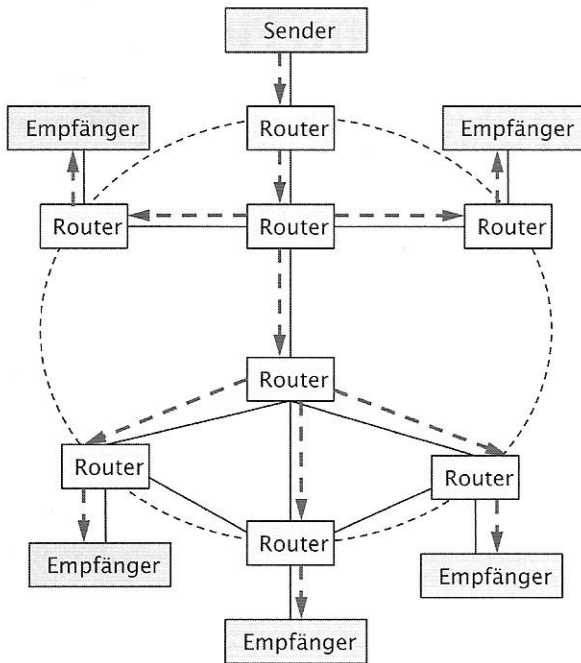
IP Multicast wäre die optimale Lösung für die Gruppen-Kommunikation im Internet. Leider ist momentan die Verfügbarkeit von IP Multicast für Endbenutzer eher eine Ausnahme. Dennoch wird Multicast für effiziente Kommunikation in Anwendungen, wie zum Beispiel Teleconferencing, Audio-/Video-Streaming, Computer Supported Cooperative Work (CSCW) benötigt. Um Multicast-Kommunikation zu ermöglichen, muss man auf Alternativen zu IP Multicast ausweichen. Eine Alternative wäre ALM, welches zusammen mit dem Aufkommen von Peer-to-Peer (P2P) entstanden ist. ALM erlaubt den Aufbau von Multicast-Diensten zwischen den Benutzer-Applikationen, durch Benutzung reiner Unicast-Kommunikation. So aufgebaute Verteilbäume sind nicht optimal verglichen mit denjenigen, welche durch die Benutzung von IP Multicast entstehen würden, aber viel effizienter als die direkte Unicast-Übertragung zwischen den Sendern und den Empfängern. Dies gilt insbesondere für grössere Benutzergruppen. Dieser Unterschied zwischen IP Multicast und ALM ist in Abb. 1 dargestellt.

Da ALM auf der Anwendungs-Ebene verwaltet wird, ist ALM üblicherweise in die Anwendung integriert. Dadurch baut jede Anwendung ihr eigenes ALM-OverlayNetz auf, was jedoch sub-optimal ist, wenn man zum Beispiel mehrere Multicast-Anwendungen auf einem System parallel betreibt. Für diesen Fall wäre ein gemeinsam benutztes ALM-Overlay-Netz die bessere Lösung. Um dies zu erreichen, müsste die ALM-Lösung eine einheitliche Schnittstelle anbieten, welche von allen Anwendungen benutzt werden kann. Dies ist leider nicht der Fall, da jede ALMLösung unterschiedliche Schnittstellen anbietet.

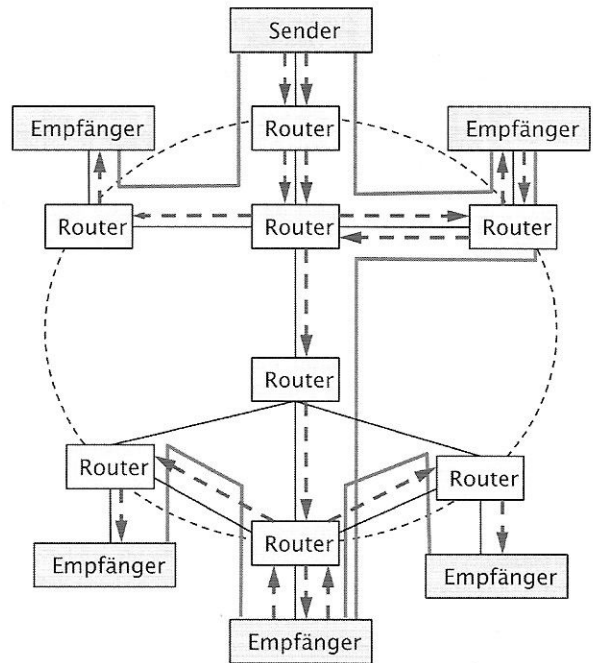
Die von uns entwickelte Multicast-Middleware löst dieses Problem, indem sie den Anwendungen auf einem Endsystem die schon etablierte IP Multicast API nach RFC 1112 anbietet. Die Multicast-Middleware greift dazu die IP Multicast Kommunikation vom Endsystem ab und benutzt die ALM-Lösung um die Daten zwischen den Endsystemen zu verteilen. Ein nützlicher Nebeneffekt dieses Vorgehens ist, dass dadurch auch bestehende IP Multicast Anwendungen ohne Anpassungen von ALMKommunikation profitieren können. Beispielsweise kann eine Video-KonferenzSoftware, welche bereits IP Multicast unterstützt, aber durch die fehlende IPMulticast-Verfügbarkeit im Internet nur eingeschränkt (d.h. lokal) einsetzbar ist, nun ohne jegliche Änderung mit Hilfe der Multicast-Middleware Internetweit benutzt werden.

Das Abgreifen der Multicast-Kommunikation auf dem Endsystem wird durch die Benutzung einer virtuellen Netzwerkschnitt-

IP Multicast



Application Layer Multicast (ALM)

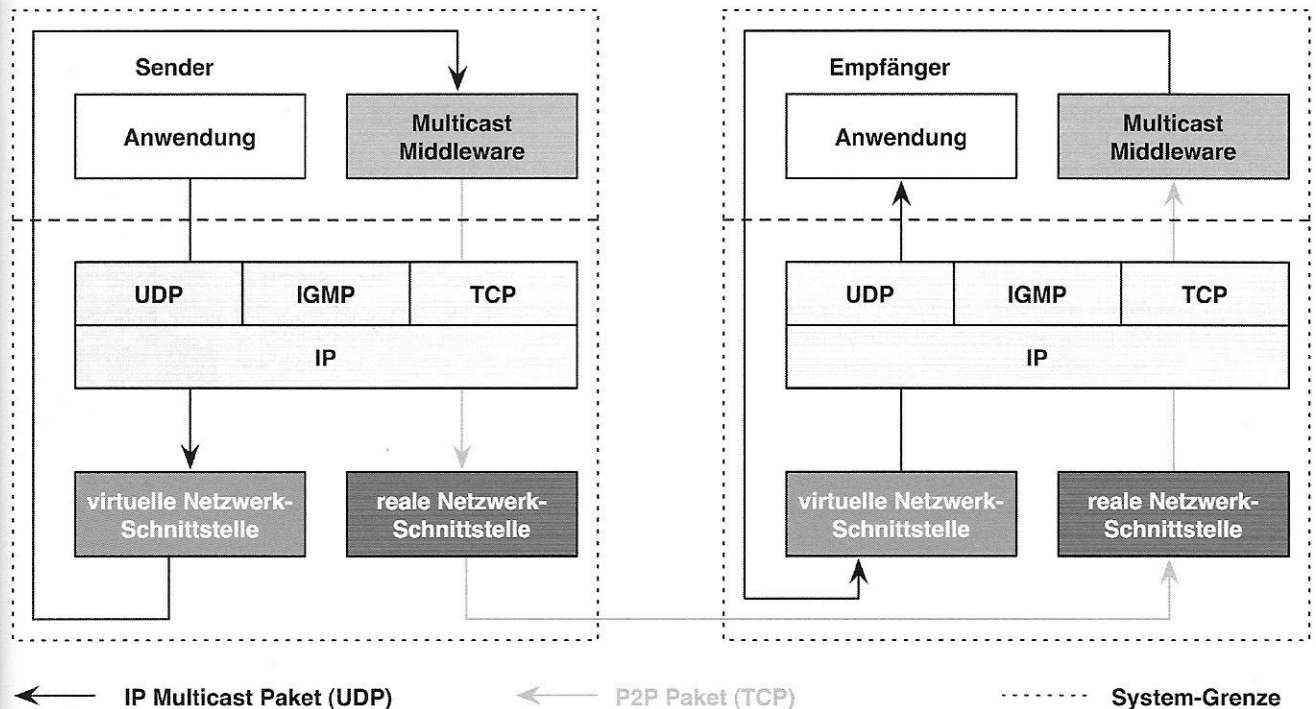


← - - - Multicast Packet Fluss ——— Physikalische Verbindung ——— P2P Verbindung

Abb. 1 IP Multicast und Application Layer Multicast (ALM)

stelle (TUN/TAP Interface) erreicht. Dabei simuliert die Multicast-Middleware ein Ethernet-Netz mit angeschlossenen Multicast-Router. Die Datenkommunikation, die so die Multicast-Middleware erreicht, wird durch die ALM-Lösung verteilt und auf der Seite des Empfängers auf dem gleichen Weg wieder in IP Multicast umgewandelt (siehe Abb. 2).

Als ALM-Overlay-Netz wird in unserer aktuellen Implementierung Scribe [2]/Pastry [3] benutzt. Die Multicast-Middleware ist jedoch so konzipiert, dass fast beliebige ALM-Lösungen verwendet werden können, sofern diese grundlegende Gruppen-Funktionalität anbieten.



← IP Multicast Paket (UDP) ← P2P Paket (TCP) - - - - - System-Grenze

Abb. 2 Abgreifen und Umwandlung von IP Multicast mit virtueller Netzwerkschnittstelle (TUN/TAP Interface)

Weiterhin bietet die Multicast-Middleware auch Quality of Service (QoS) Dienste an. Um QoS zu unterstützen, wurden an der Universität Bern entwickelte Scribe/Pastry-Erweiterungen [4] verwendet, welche den Aufbau eines QoS-einhaltenden VerteilBaumes gewährleisten. Zusätzlich muss das Netzwerk QoS Reservierungen von Unicast-Verbindungen für die Overlay-Links anbieten.

Die Multicast-Middleware wurde im Rahmen des Forschungsprojekts EuQoS (End-to-end Quality of Service support over heterogeneous Networks), ein Integrated Project im EU Framework Programm 6, entwickelt. Sie wurde im Rahmen von verschiedenen Konferenzen und Demo-Events (EuQoS – 2005 Workshop, IST Event 2006, Heidelberger Innovationsforum 2006, EuQoS Review Meetings, etc) vorgestellt.

Die Multicast-Middleware wurde hauptsächlich in Java geschrieben. Nur ein kleiner Teil (Kommunikation mit dem TUN/TAP Interface) ist Betriebssystem-spezifisch, um ein leistungsfähiges Weiterleiten zu ermöglichen. Dadurch lässt sich die MulticastMiddleware sehr einfach auf verschiedenen Plattformen portieren. Obwohl die Multicast-Middleware in Java implementiert wurde, unterstützt diese hoch-performante Anwendungen, wie zum Beispiel Breitband-Video-Streaming [5], als auch Echtzeit-Anwendungen in Networked Virtual Environments (NVE) [6].

Zur Zeit unterstützt die Multicast-Middleware folgende Plattformen: Windows 2000 oder Windows XP (jeweils mit OpenVPN TUN/TAP Treiber), Mac OS X 10.3 oder neuer (mit TUN/TAP Treiber), Linux mit Kernel 2.4 oder höher. Weitere Voraussetzungen an das Endsystem sind folgende: SUN Java JDK 1.5 oder höher mit 50 MB freiem Speicherplatz und mindestens 128 MB RAM. Die MulticastMiddleware ist als Open-Source unter der Gnu Public Licence (GPL) 2.0 verfügbar: <http://www.iam.unibe.ch/~rvs/research/software.html>.

REFERENZEN

- [1] D. Milic; M. Brogle; T. Braun: Video Broadcasting using Overlay Multicast, Seventh IEEE International Symposium on Multimedia (ISM 2005), Irvine, California, USA, December 12-14, 2005, pp. 515-522, IEEE Computer Society Press, ISBN 0-7695-2489-3.
- [2] Rowstron, A.; Druschel, P.: Pastry: Scalable, distributed object location and routing for large-scale peer-to-peer systems, IFIP/ACM International Conference on Distributed Systems Platforms (Middleware), November 2001, pp. 329-350.
- [3] Castro, M.; Druschel, P.; Kermarrec, A.-M.; Rowstron, A.: Scribe: A large-scale and decentralized application-level multicast infrastructure, IEEE Journal on Selected Areas in Communication (JSAC), October 2002, Vol. 20, No. 8.
- [4] Brogle, M.; Milic, D.; Braun, T.: QoS Enabled Multicast for Structured P2P Networks, P2PM Workshop at the 4th IEEE Consumer Communications and Networking Conference, Las Vegas, NV, USA, January 11-13, 2007, pp. 991-995, IEEE, ISBN 1-4244-0667-6.
- [5] Brogle, M.; Milic, D.; Braun, T.: Supporting IP Multicast Streaming Using Overlay Networks, QShine: International Conference on Heterogeneous Networking for Quality, Reliability, Security and Robustness, Vancouver, British Columbia, Canada, August 14-17, 2007, ICST, ISBN 978-1-59593-756-8, CD-ROM.
- [6] Brogle, M.; Milic, D.; Braun, T.: Quality of Service for Peer-to-Peer based Networked Virtual Environments, P2P-NVE 2008 Workshop at the 14th IEEE International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS '08), Melbourne, Victoria, Australia, December 8-10, 2008, IEEE.