

Berichte aus dem Forschungsschwerpunkt
Telekommunikation und Rechnernetze

Band 9

Junyu Lai

**Evaluation and Improvement of
TV Channel Availability for IPTV Services**

Shaker Verlag
Aachen 2012

Bibliographic information published by the Deutsche Nationalbibliothek

The Deutsche Nationalbibliothek lists this publication in the Deutsche Nationalbibliografie; detailed bibliographic data are available in the Internet at <http://dnb.d-nb.de>.

Zugl.: Hamburg, Univ., Diss., 2012

Copyright Shaker Verlag 2012

All rights reserved. No part of this publication may be reproduced, stored in a retrieval system, or transmitted, in any form or by any means, electronic, mechanical, photocopying, recording or otherwise, without the prior permission of the publishers.

Printed in Germany.

ISBN 978-3-8440-1365-8

ISSN 1439-3573

Shaker Verlag GmbH • P.O. BOX 101818 • D-52018 Aachen

Phone: 0049/2407/9596-0 • Telefax: 0049/2407/9596-9

Internet: www.shaker.de • e-mail: info@shaker.de

Abstract

In the recent past, increasingly more TV channels are provided and much higher bandwidth is required by each channel in service provider based IPTV systems. Therefore, bandwidth shortage problems may arise, which can induce unsatisfactory provisioning of Quality of Experience (QoE) for IPTV subscribers, in particular, with respect to the call blocking probability (CBP) and the channel availability (CA), two most important QoE metrics.

The most straightforward method to solve this issue is to proportionally increase the a priori bandwidth reservation. However, it may not be sustainable. In this dissertation, we focus on solutions with smarter use of the precious bandwidth resources. More specifically, our original contribution lies in the fact that we propose innovative schemes and algorithms to effectively decrease the CBP and consequently to improve the channel availability in bandwidth capacity limited IPTV systems. Moreover, these proposed methods can be easily implemented in a practical IPTV system, and can help the service providers to enhance the QoE of their subscribers.

Firstly, we introduce background knowledge related to IPTV systems. Besides, we study and propose two different user behaviour models to be used to depict user behaviour in both stationary and peak-hour scenarios. Next, we elaborate a state-vector-based simulation methodology to evaluate user CBP for a single link, for an entire delivery network with tree topology, as well as for IPTV systems with different channel formats. These evaluations are carried out for both stationary and peak-hour scenarios.

After that, a TV channel access control (TCAC) scheme is proposed with the aim to decrease the CBP. The proposed TCAC scheme is applied in both stationary and peak-hour scenarios. Simulation results show considerable QoE improvement introduced by using our TCAC scheme. We also elaborate an intentional switching delay (iSD) channel request admission control method to improve the channel availability in an IPTV system with users zapping channels sequentially. A series of comprehensive case studies have been conducted and show that our iSD method can effectively improve the channel availability, with only slightly degrading the average watching delay.

Last but not least, aiming to further improve the IPTV channel availability, we derive a combined algorithm, namely the combination of the TCAC scheme with the iSD method. Simulation results indicate that when the intentional delay introduced by the iSD method is large enough, additional gain can be obtained by applying this combined scheme.

Kurzfassung

In jüngster Vergangenheit stehen immer mehr Fernsehkanäle zur Verfügung und wesentlich höhere Datenraten werden von jedem Kanal in IPTV-Systemen benötigt, die von Internet Service Providern (ISP) bereitgestellt werden. Daher können Engpassprobleme bei den verfügbaren Bandbreiten auftreten, die bewirken können, dass die Qualität aus Sicht der IPTV-Benutzer (d.h. Quality of Experience, QoE) unbefriedigend wird, insbesondere in Bezug auf die Kanalblockierungswahrscheinlichkeit (engl. call blocking probability, CBP) und die Kanalverfügbarkeit (engl. channel availability, CA), zwei sehr wichtige QoE-Metriken.

Die nächstliegende Methode zur Lösung dieses Problems ist, die a priori Bandbreitenreservierung proportional zu erhöhen. Dies ist jedoch möglicherweise keine nachhaltige Lösung. In dieser Dissertation konzentrieren wir uns auf Lösungen, die einen intelligenteren Umgang mit den wertvollen Übertragungsbetriebsmitteln vorschlagen. Genauer gesagt besteht unser origineller Beitrag in der Tatsache, dass wir innovative Konzepte und Algorithmen vorschlagen, um die Verfügbarkeit von Fernsehkanälen in IPTV-Systemen zu verbessern, deren Bandbreitenkapazität begrenzt ist. Darüber hinaus lassen sich die vorgeschlagenen Methoden in einem IPTV-System leicht implementieren und können Dienst Anbietern helfen, die QoE aus Sicht ihrer IPTV-Benutzer zu verbessern.

Zunächst stellen wir benötigtes Hintergrundwissen in Bezug auf IPTV-Systeme vor. Außerdem präsentieren und untersuchen wir zwei verschiedene Modelle, die dazu benutzt werden können, das Nutzerverhalten in den Szenarien „Systemstationarität“ und „Hauptsendezeit“ zu charakterisieren. Anschließend erarbeiten wir eine Methode, die auf Simulation mittels Zustandsvektoren basiert, um die Kanalblockierungswahrscheinlichkeit aus Benutzersicht zu evaluieren für eine einzelne Leitung, für ein vollständiges TV-Verteilnetz mit Baumtopologie sowie für IPTV-Systeme mit unterschiedlichen Sendeformaten. Diese Auswertungen werden sowohl für stationäre als auch für Hauptsendezeit-Szenarien durchgeführt.

Darauf folgend wird eine Zugriffskontrollmethode für Fernsehkanäle (engl. TV channel access control, TCAC) vorgeschlagen mit dem Ziel, die CBP zu verringern. Die vorgeschlagene TCAC-Methode wird wiederum sowohl für stationäre als auch für Hauptsendezeit-Szenarien angewandt. Die Simulationsresultate zeigen erhebliche QoE-Verbesserungen bei Nutzung unserer TCAC-Methode. Wir erarbeiten zudem eine Methode mit absichtlicher Verzögerung der Umschaltvorgänge bei einem Wechsel des TV-Kanals (engl. intentional switching delay, iSD), um die Kanalverfügbarkeit in einem IPTV-System zu verbessern, das Benutzer beinhaltet, die sequentiell die Sender „zappen“. Umfassende Fallstudien wurden durchgeführt, die zeigen, dass unsere iSD-Methode die Kanalverfügbarkeit effektiv verbessern kann, mit nur einer leichten Verschlechterung der durchschnittlichen Wartezeit auf den Beginn der Bereitstellung des gewünschten Kanals nach einem Umschalten.

Schließlich leiten wir, mit dem Ziel der weiteren Verbesserung der IPTV-Kanalverfügbarkeit, einen kombinierten Algorithmus ab, der insbesondere die TCAC- mit der iSD-Methode kombiniert. Simulationsresultate zeigen, dass mit dieser kombinierten Methode zusätzlicher Gewinn erzielt werden kann, sofern die absichtliche Verzögerung, die durch die iSD-Methode eingeführt wird, hinreichend groß ist.