

Qualitätssicherung in heterogenen Teleradiologie-Netzwerken

Florian Schwind ¹

Heiko Münch ¹

Andre Schröter ¹

Hans-Peter Meinzer ²

Uwe Engelmann ^{1,2}

¹ CHILI GmbH, Heidelberg, Deutschland

² Deutsches Krebsforschungszentrum, Abteilung Medizinische und Biologische Informatik, Heidelberg, Deutschland

1 Hintergrund

Die Teleradiologie hat in den letzten Jahren eine rasante Entwicklung erfahren und ist damit wahrscheinlich auch das am weitesten fortgeschrittene Gebiet der Telemedizin das in Routine angewendet wird. Die Zahl der Ärzte und Kliniken, die sich in teleradiologischen Netzwerken miteinander verbinden wollen, wächst jeden Tag. Aus ehemals proprietären Peer-To-Peer Netzwerken werden heterogene Netzwerke, die sowohl zentralisierte als auch dezentralisierte Komponenten enthalten.

Bilddaten gelangen meist nicht mehr direkt vom Sender zum Empfänger, sondern werden über mehrere Server oder Teleradiologie-Gateways mit unterschiedlichsten Übertragungsprotokollen übermittelt (Abb. 1). Unter Umständen ändert sich die gewählte Übertragungsart und -route je nach Uhrzeit oder Art der Bilddaten. Eine Notfallbefundung in der Nacht wird in ein anderes Krankenhaus übertragen als Routinedaten, die während der normalen Klinikzeiten erstellt werden. Gerade in solchen Netzwerken ist eine erweiterte Qualitätssicherung unumgänglich.

Seit 2009 existiert eine Norm zur Qualitätssicherung in der Teleradiologie (DIN 6868-159 [1]), die bei der Konstanz und Abnahmeprüfung von Teleradiologiesystemen zur Anwendung kommt [2]. Diese Norm schreibt unter anderem vor, dass die Zeit vom Versand bis zum Empfang auf der Gegenseite gemessen werden muss. Bei einem direkten Datentransfer zwischen Sender und Empfänger ist eine automatisierte Messung der Übertragungszeit leicht möglich. Hierfür stellt der DICOM-Standard geeignete Methoden, wie z. B. Storage Commitment für DICOM C-Store [3] oder X-TELEMEDICINE-Benachrichtigungen für DICOM E-Mail [4], zur Verfügung. Diese lassen sich bei einem Versand über mehrere Knotenpunkte jedoch nur bedingt anwenden.

Weiterhin ist oft nicht sichergestellt, dass alle beteiligten Systeme zeitsynchron arbeiten. Besonders bei virtualisierten Systemen ist dies nicht immer problemlos möglich.

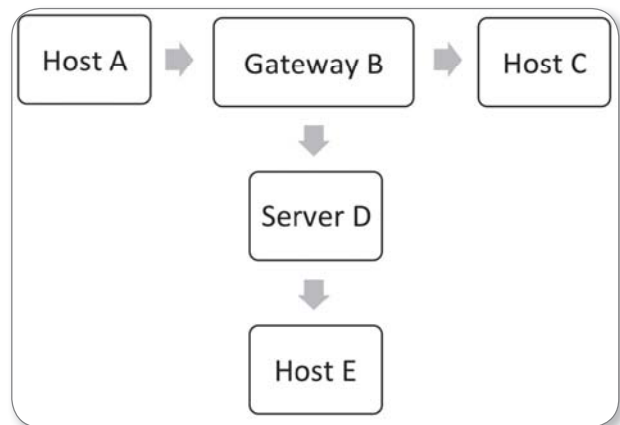


Abb. 1: Beispiel eines heterogenen TR-Netzwerks

Dieser Beitrag stellt ein Verfahren vor, mit dem die Übertragung auch über mehrere, nicht zeitsynchrone, Knotenpunkte verlässlich gemessen werden kann.

2 Methoden

Bei der Entwicklung eines Protokolls, welches Übertragungszeiten auch über mehrere nicht zeitsynchrone Systeme hinweg messen kann und damit auch statistische Auswertungen ermöglicht, wurde auf die einfache Einbindung in schon bestehende Übertragungswege Wert gelegt. Wenn Bilddaten vom Sender zum Empfänger übermittelt werden heißt das in der Regel nicht, dass auch der Rückweg problemlos möglich

Autoren: Schwind, F.; Münch, H.; Schröter, A.;
Meinzer, H.-P.; Engelmann, U.

Titel: Qualitätssicherung in heterogenen
Teleradiologie-Netzwerken

In: Duesberg, F. (Hrsg.) e-Health 2012,
Solingen (2011), Seiten: 218-221

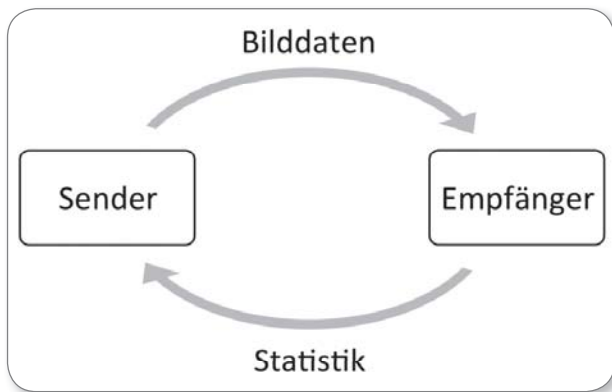


Abb. 2: Austausch statistischer Daten

ist. Dieser ist unter Umständen nicht konfiguriert oder durch eine Firewall geblockt. Es muss also generell davon ausgegangen werden, dass alle Kommunikation von Sender ausgeht.

2.1 Übermittlung statistischer Daten

Das Verfahren der Multiknoten-Transferstatistik ist vollständig senderbasiert und stützt sich auf folgende Punkte:

- ▶ Jeder Knoten in der Versandkette kennt seinen direkten Nachfolger.
- ▶ Vor jedem Transfer wird zusätzlich eine Statistiknachricht versandt.
- ▶ Nach Beendigung des Transfers werden die statistischen Daten beim Empfänger abgefragt (Abb. 2).

Um einen Transfer über mehr Knoten hinweg identifizieren zu können ist es nötig, eine eindeutige Transfer-ID zu vergeben. Diese wird vor der Übertragung der Bilddaten zusammen mit der lokalen Zeit an den Empfänger übermittelt (Abb. 3). Anschließend berechnet der Empfänger aus der übermittelten Sendezeit die aktuelle Zeitdifferenz und wartet auf den Versand der Bilddaten. Zur Übermittlung der statistischen Daten wurde auf ein einfaches XML-Schema zurückgegriffen.

Nach der vollständigen Übermittlung der Bilddaten durch den Sender fragt dieser kontinuierlich die Statistikdaten des Transfers beim Empfänger ab (Abb. 3) und stellt die Abfragen erst ein, wenn keine offenen Transfers mehr vorliegen oder ein Timeout erreicht wurde. Dieses Verfahren ist nötig, da in der Regel nur eine Ein-Wege-Verbindung zwischen Sender und Empfänger

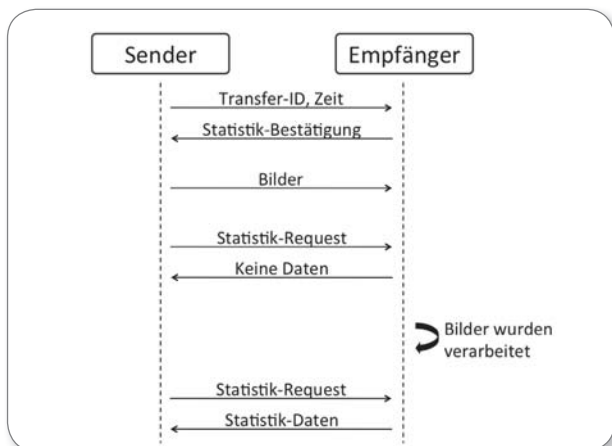


Abb. 3: Ablauf der Datenübertragung

besteht, welche oft nicht ohne weiteres durch eine Rückverbindung erweitert werden kann. Das dadurch leicht erhöhte Kommunikationsaufkommen auf Seite des Senders ist durch die geringe Größe der übermittelten Daten vernachlässigbar.

Sobald alle Daten vollständig vom Empfänger verarbeitet wurden beantwortet dieser eine Statistikanfrage des Senders mit der Anzahl der empfangenen und fehlerhaft verarbeiteten Bilder, der Transfergröße sowie der Empfangszeit, inklusive der zuvor errechneten Zeitdifferenz (Abb. 4).

```
<statisticmessage version="1.0.2">
<head>
...
<type>TRANSFER</type>
</head>
<body>
<transfer>
<transferid>0x7f0200.371789756.1308581336941.0</transferid>
<subid>0xa8c02ba1.27979955.1308584249128.0</subid>
<type>DICOMCSEND</type>
<sender>
<macid>00:00:27:8A:8E:3A</macid>
<address>192.168.161.96</address>
<container>13.0.0.32648.1308130353.1</container>
<time>1308130356540</time>
<destinationaet>TRGATEWAY1</destinationaet>
</sender>
<receiver>
<macid>00:0C:29:B6:40:88</macid>
<address>192.168.161.97</address>
<container>18.0.0.6015.1308131561.1</container>
<time>1308131563379</time>
<objects>178</objects>
<failed>0</failed>
<size>14164276</size>
<offset>-1204526</offset>
</receiver>
</transfer>
...
</body>
</statisticmessage>
```

Abb. 4: Vereinfachte Darstellung einer Statistik-Nachricht

Auf diese Weise ist es jedem Knoten in der Transferkette (Abb. 5) möglich den Versand zu seinem Nachfolger zu protokollieren. Da jeder Knoten seinen Nachfolger kennt, kann die Transferkette beliebig weit fortgeführt werden und es ist immer möglich die statistischen Daten für den gesamten Transfer zu berechnen, auch wenn zwischen den einzelnen Knoten unterschiedliche Übertragungsprotokolle für den Bildtransfer eingesetzt werden.

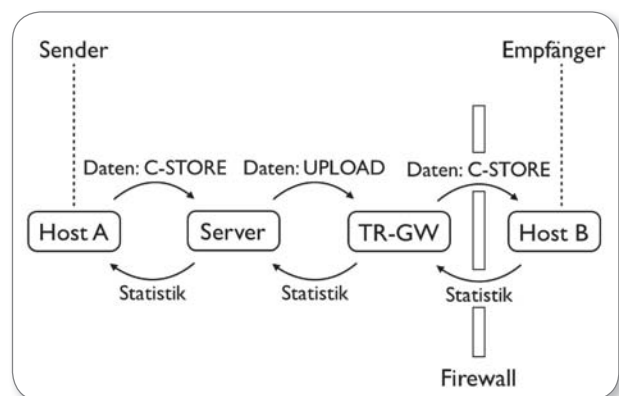


Abb. 5: Transferkette zwischen vier Knoten

2.2 Übertragungsprotokolle

Die Übermittlung der statistischen Daten (Abb. 4) erfolgt durch ein einfaches XML-basiertes Protokoll, welches zum Transfer der Nachrichten HTTP [5] verwendet. HTTP bietet eine einfache Möglichkeit Daten senderbasiert zu übertragen. Alle Anfragen werden vom Sender in den Request-Stream

Startdate	Ruleset: Sender -> Destination	Objects	Duration	Bandwidth	Status																																
04.01.2011 15:24:42	Upload TR-Gateway: truser [rdp:130.124.255.255] -> gateway	70	4:01 m	149.60 KB/s																																	
Details: Container: 6.0.0.17406.1294151082.1 Enddate: 04.01.2011 15:28:44 Sender: truser [rdp:130.124.255.255] Destination: upload gateway																																					
Ruledetails: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Ruletyp</th> <th>Description</th> <th>Objects</th> <th>Ok/Failed</th> <th>Duration</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>UPLOAD</td> <td>gateway</td> <td>70</td> <td>70 / 0</td> <td>13 s</td> </tr> </tbody> </table>						Ruletyp	Description	Objects	Ok/Failed	Duration	UPLOAD	gateway	70	70 / 0	13 s																						
Ruletyp	Description	Objects	Ok/Failed	Duration																																	
UPLOAD	gateway	70	70 / 0	13 s																																	
Transferdetails: Transferid: 0xa8c060a1.943447228.1294151082877.0 Sendtime: 04.01.2011 15:24:42 Receivetime: 04.01.2011 15:28:44 Duration: 4:01 m (149.92 KB/s)																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Transfer</th> <th>Destination AET</th> <th>Objects</th> <th>Ok/Failed</th> <th>Sendtime</th> <th>Receivetime</th> <th>Duration</th> <th>Bandwidth</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>UPLOAD: Host_A -> Host_B</td> <td>TRGATEWAY1</td> <td>70</td> <td>70 / 0</td> <td>04.01.2011 15:24:42</td> <td>04.01.2011 15:24:58</td> <td>16 s</td> <td>2247.13 KB/s</td> </tr> <tr> <td>C-STORE: Host_B -> Host_C</td> <td>TRGATEWAY2</td> <td>70</td> <td>70 / 0</td> <td>04.01.2011 15:25:01</td> <td>04.01.2011 15:25:16</td> <td>14 s</td> <td>2448.76 KB/s</td> </tr> <tr> <td>C-STORE: Host_C -> Host_D</td> <td>WORKSTATION</td> <td>70</td> <td>68 / 2</td> <td>04.01.2011 15:25:18</td> <td>04.01.2011 15:28:44</td> <td>3:25 m</td> <td>175.86 KB/s</td> </tr> </tbody> </table>						Transfer	Destination AET	Objects	Ok/Failed	Sendtime	Receivetime	Duration	Bandwidth	UPLOAD: Host_A -> Host_B	TRGATEWAY1	70	70 / 0	04.01.2011 15:24:42	04.01.2011 15:24:58	16 s	2247.13 KB/s	C-STORE: Host_B -> Host_C	TRGATEWAY2	70	70 / 0	04.01.2011 15:25:01	04.01.2011 15:25:16	14 s	2448.76 KB/s	C-STORE: Host_C -> Host_D	WORKSTATION	70	68 / 2	04.01.2011 15:25:18	04.01.2011 15:28:44	3:25 m	175.86 KB/s
Transfer	Destination AET	Objects	Ok/Failed	Sendtime	Receivetime	Duration	Bandwidth																														
UPLOAD: Host_A -> Host_B	TRGATEWAY1	70	70 / 0	04.01.2011 15:24:42	04.01.2011 15:24:58	16 s	2247.13 KB/s																														
C-STORE: Host_B -> Host_C	TRGATEWAY2	70	70 / 0	04.01.2011 15:25:01	04.01.2011 15:25:16	14 s	2448.76 KB/s																														
C-STORE: Host_C -> Host_D	WORKSTATION	70	68 / 2	04.01.2011 15:25:18	04.01.2011 15:28:44	3:25 m	175.86 KB/s																														
<small>*The times for the transferdetails are relative to the local systemtime. The values (objectcount, ok, failed, etc.) are receiverbased.</small>																																					
Patientdetails: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Name</th> <th>Sex</th> <th>Birthdate</th> <th>Modality</th> <th>Studydescription</th> <th>Studydate</th> <th>Database</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jane Doe</td> <td>F</td> <td>1951-06-05</td> <td>CT</td> <td>80 ml Ultravist,venous kidneys</td> <td>2010-11-18</td> <td>patientdb</td> </tr> </tbody> </table>						Name	Sex	Birthdate	Modality	Studydescription	Studydate	Database	Jane Doe	F	1951-06-05	CT	80 ml Ultravist,venous kidneys	2010-11-18	patientdb																		
Name	Sex	Birthdate	Modality	Studydescription	Studydate	Database																															
Jane Doe	F	1951-06-05	CT	80 ml Ultravist,venous kidneys	2010-11-18	patientdb																															

Abb. 6: Transfer über mehrere Knoten

geschrieben und der Empfänger übermittelt seine Antwort direkt im Response-Stream derselben Verbindung. Die Einrichtung eines HTTP-Transfers ist in den meisten Kliniknetzwerken problemlos möglich, einfach zu konfigurieren und beeinträchtigt die Leistung des Systems nur minimal, zumal zusätzlich auch noch ein Kompressionsverfahren eingesetzt werden kann. Für eine sichere Übertragung steht zudem noch HTTPS zur Verfügung.

Die Übermittlung, der für die Statistik generierten Transfer-ID, erfolgt je nach Übertragungsart der Bilddaten unterschiedlich. Bei einem Datenversand mittels DICOM C-Store kann die Transfer-ID in privaten Feldern des Association Request übertragen werden. Bei einem Upload via HTTP können HTTP-Header Parameter genutzt werden und beim Versand via DICOM E-Mail kommen X-Tags zum Einsatz. Es existieren weitere Möglichkeiten für herstellerspezifische und andere gebräuchliche Protokolle wie z. B. SSH.

3 Ergebnisse

Das beschriebene Statistikprotokoll wurde implementiert und in mehreren CHILI-Teleradiologie-Netzwerken installiert. Das System ermöglicht es, automatisch Statistiken zu erstellen und die Konstanz der beteiligten Systeme kontinuierlich zu überwachen. Dies ist durch die gewählte Architektur sogar für komplexe und wechselnde Routen über mehrere, nicht zeitsynchrone Knoten, mit verschiedenen Übertragungsprotokollen möglich.

Endnutzern und Administratoren ist es möglich, auf einen Blick zu sehen, ob die Bilddaten vom Sender zum Endsystem in den von der DIN 6868-159 für die Teleradiologie geforderten 15 Minuten übertragen wurden (Abb. 6). Durch die detaillierte Aufschlüsselung des Transfers ist es einfach möglich, einen Flaschenhals in der Teleradiologiestrecke zu finden bzw. fehlerhafte Knoten zu identifizieren. Dem medizinischen Personal ist es außerdem leicht möglich zu überprüfen, ob die

Datum	Empfänger	Vers...	Patient	Status
17.05.2011 14:27:09	chilivm27		Schaedel,Sascha	Beendet: Alle 2 Objekte erfolgreich verarbeitet.
17.05.2011 14:24:07	chilivm27			
17.05.2011 14:22:58	chilivm27			
17.05.2011 14:22:07	chilivm27			
17.05.2011 13:44:17	chilivm27			
17.05.2011 13:33:45	chilivm27			
17.05.2011 13:29:40	chilivm27			

Anzahl Objekte: 2					
Transfer Status: Beendet: Alle 2 Objekte erfolgreich verarbeitet.					
Transfer Details: 17.05.2011 14:27:09 -> 17.05.2011 14:27:12 (2 s)					
Patient	Geb.Dat.	Studiendatum	Beschreibung	Modalität	Anzahl Bilder
Schaedel,Sascha	10.01.1973	29.12.2010	Schädel,02_CCT_Trauma (Erwachsener)	CT	2
Transfer	AET	Start	Ende	Dauer	ok/failed
DICOMSEND: 192.168.161.96 -> 192.168.161.97	CHILIVM27	2011-05-17 14:27:09	2011-05-17 14:27:12	2 s	2/0
UPLOAD: 192.168.161.97 -> vm-43	VM-43	2011-05-17 14:27:10	2011-05-17 14:27:12	1 s	2/0

Abb. 7: Darstellung der Statistikergebnisse in der Applikation

gesendeten Bilddaten komplett und fehlerfrei zum Empfänger übertragen werden konnten (Abb. 7). Weiterhin können, falls die eingestellten Grenzwerte überschritten wurden, automatisierte Warnungen versendet werden.

Es ist möglich aus den statistischen Auswertungen Protokolle zur Dokumentation der Abnahme- und Konstanzprüfung zu erzeugen, die in Deutschland zur Qualitätssicherung nötig sind und zu diesem Zweck bei der Genehmigungsbehörde vorgelegt werden können.

4 Fazit

Nutzer können die Qualität der Übertragung in Teleradiologiesystemen über mehrere Knoten mit unterschiedlichen Übertragungsprotokollen einfach messen. Auch die Probleme von nicht zeitsynchronen Servern können mit der vorgeschlagenen Methode gelöst werden.

Zurzeit ist das vorgeschlagene Protokoll nur eine Implementierung eines einzigen Herstellers und alle beteiligten Systeme benötigen zusätzliche Software. Eine Standardisierung würde Transferstatistiken auch zwischen Systemen verschiedener Hersteller ermöglichen, wovon Endnutzer und Administratoren profitieren würden.

Quellenangaben unter www.e-health-2012.de

Kontakt

Florian Schwind

CHILI GmbH

Tel.: +49 (0) 6221 1 80 79 -10

Fax: +49 (0) 6221 1 80 79 -11

E-Mail: f.schwind@chili-radiology.com

Anzeige

Professionell und gut beraten bei allen Fragen rund um die HealthCare-IT!



*Dr. Carl Dujat
Vorstandsvorsitzender*

Die promedtheus AG fokussiert seit nunmehr über 10 Jahren erfolgreich auf die neutrale und herstellerunabhängige IT-Beratung von Institutionen des Gesundheitswesens, insbesondere Krankenhäusern. In den letzten Jahren wurden von der promedtheus AG ca. 100 Einrichtungen des Gesundheitswesens erfolgreich in IT-Strategie- und -Auswahl-Projekten beraten.

Das Beratungsangebot der promedtheus AG umfasst eine in der Regel vollständige Projektbetreuung: Detaillierte Projektplanung und -dokumentation, Strategieplanung, Prozessreorganisation, Systemanalysen vor Ort, Marktanalysen, Erstellung von Pflichtenheften, Durchführung von Ausschreibungen, Produktauswahl, Vertragsgestaltung und Unterstützung in der Umsetzungsphase von IT-Lösungen.



*Dr. Kurt Becker
Vorstand*

Kompetentes Know-How bietet die promedtheus AG vor allem in den folgenden Bereichen an:

- IT-Strategieplanung
- IT-Organisationsplanung
- IT-Infrastrukturplanung
- Konventionelle und digitale Archivierung („Elektronische Patientenakte“)
- Einführung der digitalen Signatur
- Informationsverarbeitung für Radiologie (RIS, PACS) und Funktionsbereiche
- Aufbau von komplexen Krankenhausinformationssystemen

Kontakt:

promedtheus Informationssysteme für die Medizin AG

Scheidt 1, D-41812 Erkelenz

Telefon: +49 2431/94 84 38-0

Telefax: +49 2431/94 84 38-9

Mail: info@promedtheus.de

Web: www.promedtheus.de

promedtheus 
Informationssysteme für die Medizin AG