Überblick

Weitverteilte Systeme

- Motivation
- Akamai

Motivation

- Ziel: Schneller Zugriff auf Dienste in weitverteilten Systemen
- Probleme
  - „Mittlere Meile“ des Internets als Flaschenhals
    - Teil der Übertragungsstrecke, der weder nutzer- noch anbieternah ist
    - Heterogenes Geflecht von Netzwerken verschiedener Internet-Provider
  - Nachteile von TCP in weitverteilten Netzwerken
    - Mehrfacher Nachrichtenaustausch beim Verbindungsaufbau
    - Fensterbasierter Ansatz $\rightarrow$ Drosslung des Durchsatzes bei hoher Latenz
- Herausforderungen
  - Wie kann das „Mittlere Meile“-Problem abgemildert werden?
  - Wie lassen sich die von Clients beobachtbaren Latenzen minimieren?
- Literatur

Ankit Singla, Balakrishnan Chandrasekaran, P. Brighten Godfrey et al.
The Internet at the speed of light
Proceedings of the 13th Workshop on Hot Topics in Networks, S. 1–7, 2014.

Verwaltung und Auslieferung von Daten

- Grundsätzliche Architekturansätze
  - Zentralisierte Datenspeichersysteme
    - Bereitstellung sämtlicher Daten eines Diensts von einem Ort aus
    - Eventuell: Replikation der Daten auf (wenige) weitere Orte
  - Zentralisierte Content-Delivery-Netzwerke
    - Auslagerung zwischenspeicherbarer Inhalte in große Datenzentren
    - Auslieferung der restlichen Daten durch die Anwendungsserver
  - Weitverteilte Content-Delivery-Netzwerke
    - Auslagerung zwischenspeicherbarer Inhalte in viele Cache-Server
    - Platzierung von Zwischenspeichern in der Nähe von Clients
  - Peer-to-Peer-Netzwerke
    - Clients fungieren als Zwischenspeicher
    - Auslieferung heruntergeladener Daten an andere Clients
- Literatur

Tom Leighton
Improving performance on the Internet
Communications of the ACM, 52(2):44–51, 2009.

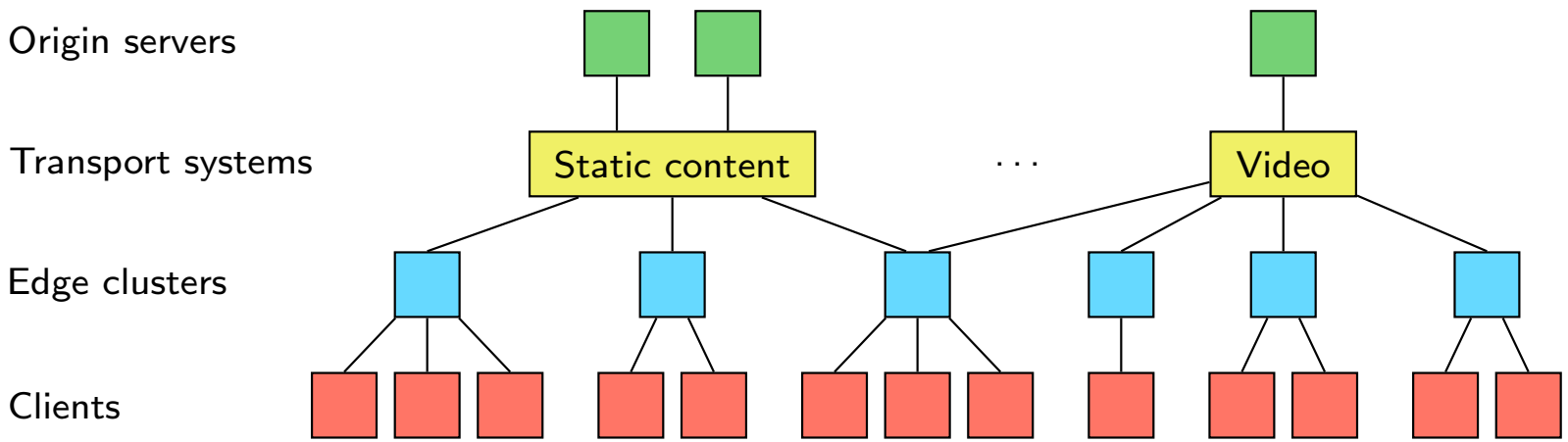
Akamai

- Überblick
  - Weitverteiltes Content-Delivery-Netzwerk
  - 240.000+ Server in 130+ Ländern [Quelle: `https://www.akamai.com/de/de/about/facts-figures.jsp`]
  - Auslieferung von statischen und dynamischen Daten
- Anmerkungen zur Wahl des Architekturansatzes
  - Vorteile
    - Gute Skalierbarkeit durch Verteilung auf viele Server
    - Geringe Entfernung zwischen Clients und Zwischenspeichern
    - Leistungsfähigkeit ist unabhängig von der aktuellen Client-Anzahl
  - Nachteile
    - Signifikanter Zeit- und Kostenaufwand beim Aufbau des Systems
    - Hohe Komplexität durch Einbindung einer großen Anzahl von Providern
- Literatur

Erik Nygren, Ramesh K. Sitaraman, and Jennifer Sun
The Akamai network: A platform for high-performance Internet applications
SIGOPS Operating Systems Review, 44(3):2–19, 2010.

Architektur

- Origin-Server
  - Erzeugung und Bereitstellung der Nutzdaten
  - Anwendungsserver der Dienstanbieter
- Transportsysteme
  - Verteilung der Nutzdaten an Edge-Server
  - Implementierung abhängig von den auszuliefernden Inhalten
- Edge-Cluster
  - Auslieferung der Nutzdaten an Clients
  - Platzierung nach Möglichkeit in der Nähe von Clients



Zuordnung von Clients zu Edge-Servern

- Kontinuierliche Erfassung der Konnektivität
  - Einteilung von Servern in Äquivalenzklassen auf Basis ihrer IP-Adressen
  - Abschätzung der Verbindungsqualität zwischen Äquivalenzklassen
  - Kombinierung früherer und aktueller Messdaten
  - Metriken (Beispiele): Umlaufzeiten, Verlustraten, Routeninformationen
- Ermittlung des Edge-Servers für einen Client
  - Selektion des Edge-Clusters mittels Konnektivitätsinformationen
  - Edge-Server-Auswahl unter Berücksichtigung der angeforderten Daten
- Einsatz des *Domain Name System (DNS)*
  - Mehrstufige Hierarchie von DNS-Servern
  - Auflösung von DNS-Namen bei Anfragen von Clients
    1. Top Level Domain Server → Akamai Top Level Name Server
    2. Akamai Top Level Name Server → Akamai Low Level Name Server
    3. Akamai Low Level Name Server → Edge-Server
  - Reduzierte Gültigkeitsdauer von Einträgen auf unteren Ebenen

Transportsystem

- Transportsystem-Cluster
  - Geringe Anzahl von persistenten Verbindungen zu den Origin-Servern
  - Aufbau in mehreren Schichten
  - Hoher Verbindungsgrad zu den Edge-Servern

  → Entlastung der Origin-Server

- Optimierungen
  - Suche nach schnelleren Netzwerkpfaden
  - Eigenes Transportprotokoll zwischen weit entfernten Akamai-Servern
    - Wiederverwendung von Netzwerkverbindungen
    - Anpassung von Timeouts und Fenstergrößen basierend auf Latenzmessungen
  - Applikationsspezifische Ansätze (Beispiele)
    - Prefetching von in Web-Seiten eingebetten Inhalten (z. B. Bildern)
    - Verlagerung von Anwendungslogik auf die Edge-Server
  - Komprimierung von Daten