Software Defined Networking

Ph. Aeschlimann

ZHAW

Gastvorlesung MAS-I5 - SDN - OpenFlow

Gliederung

Nur kurz, versprochen...

- Philipp Aeschlimann [aepp@zhaw.ch, https://wiki.teukros.ch]
- Studium zum Maschinenbauingenieur -> Informatik? -> Studium zum Informatikingenieur
- Aktuell: WiMa am InIT im ICCLab www.cloudcomp.ch
- Themen: SDN - OpenFlow - OpenStack - Middleware - Datacenters - interne IT Infrastruktur

Eine neue Netzwerkarchitektur

- Aktuelle Netzwerkarchitekturen sind i.d.R. hierarchisch organisiert
  - klassische Client-Server Struktur
  - eher ungeeignet für mobile Endgeräte, Virtualisierung von Server und dynamische Strukturen
- Netzwerkschemas stehen vor neuen Anforderungen
  - Umgang mit einem hybriden CloudStack
  - Netzwerk für Benutzer auf einer "on-demand" basis
  - Dienste werden angeboten in einer Cloud
  - grosse Datenmengen und Zuverlässigkeit

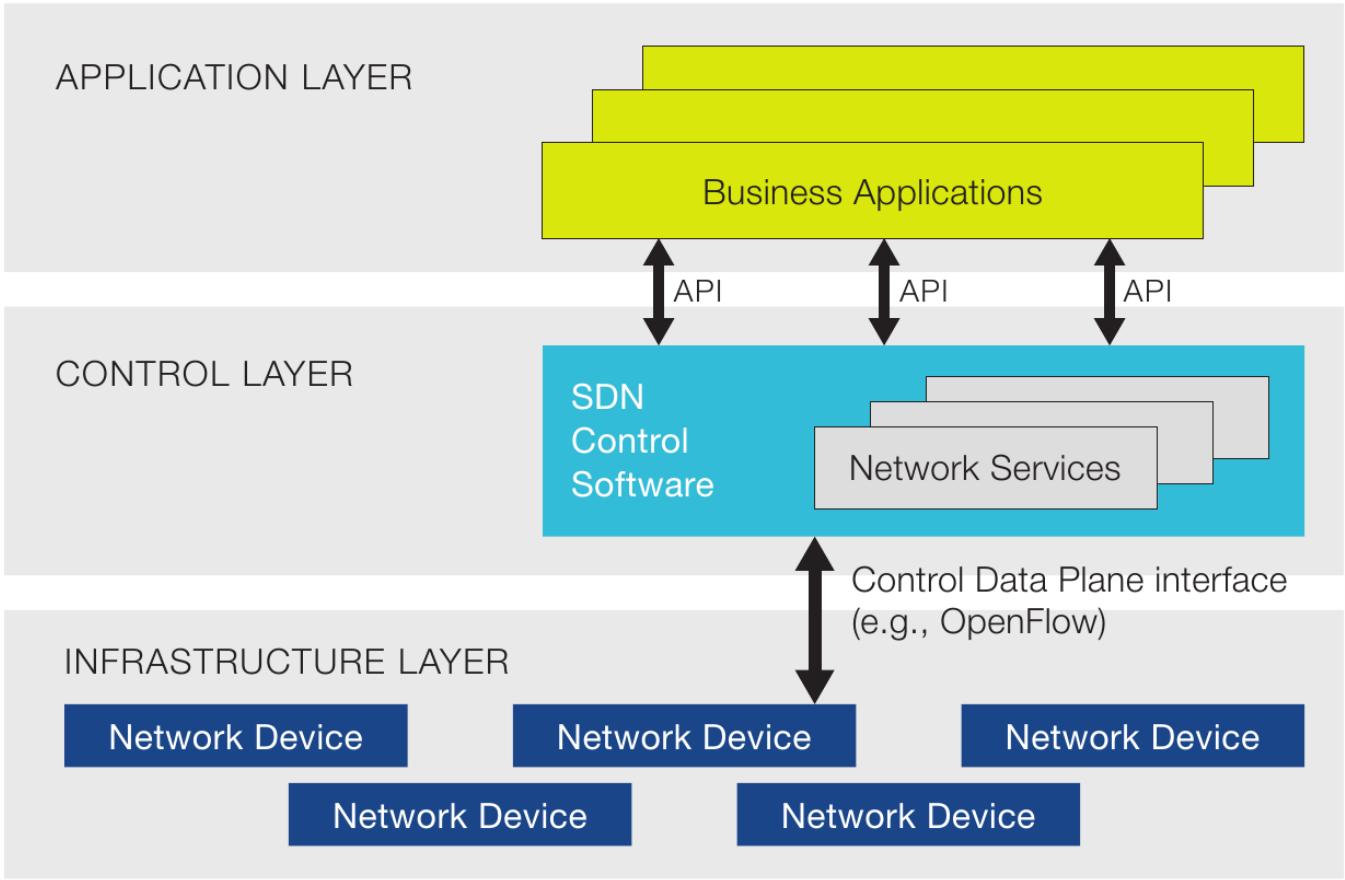
Einschränkungen von aktuellen Netzwerktechnologien

- Komplexität
  - Netzwerkgeräte in einer Topologie neu platzieren
  - was muss getan werden?
- Konsistente Netzwerkstrategie
  - ändern einer Policy oder anpassen von ACL
- Ein Netzwerk skalieren
  - wie umgehen mit mehreren Klienten (Muli-tenancy)
  - wie schnell kann ein Netzwerk wachsen?
- Abhängigkeit von Herstellern
  - oftmals nicht gewährleistet

Anwendungsfall für SDN

- Anwendungsfall Hochschule
  - teilen des Netzwerks in ein experimentelles und produktives Netzwerk
  - Netzwerk verfügbar mache für mehrere Hochschulen (abhängig von der Applikation)
- DataCenter
  - hochskalierbare, virtuelle Netzwerke
  - automatisierte Migration von virtuellen Maschinen und dem zugehörigen Netzwerk
- Cloud
  - ein wichtiger Bestandteil ist die Elastizität
  - Netzwerk als Dienst anbieten
- Gameserver
  - betrachtung folgt später...

Jetzt aber, SDN - ein Paradigma



Der Stanford Use-Case

- Gameserver Video

Vom Paradigma zur Implementation

- OpenFlow ist "die Implementation" des Paradigmas SDN
  - OpenFlow selbst ist "nur" das Protokoll
  - entwickelt an der Stanford University
    https://openflow.stanford.edu/dashboard.action
- für eine konkrete Implementation braucht es mehr als ein Protokoll
  - "OpenFlow ready hardware"
  - einen zentralen "controller"
  - Netzwerklogik als Software im controller
- the freedom of choice, we all love it!
  - welche Geräte sollen gekauft werden?
  - welche Implementation soll verwendet werden?
    - Protokoll und zentraler Controller
  - wer entwickelt die Netzwerklogik?

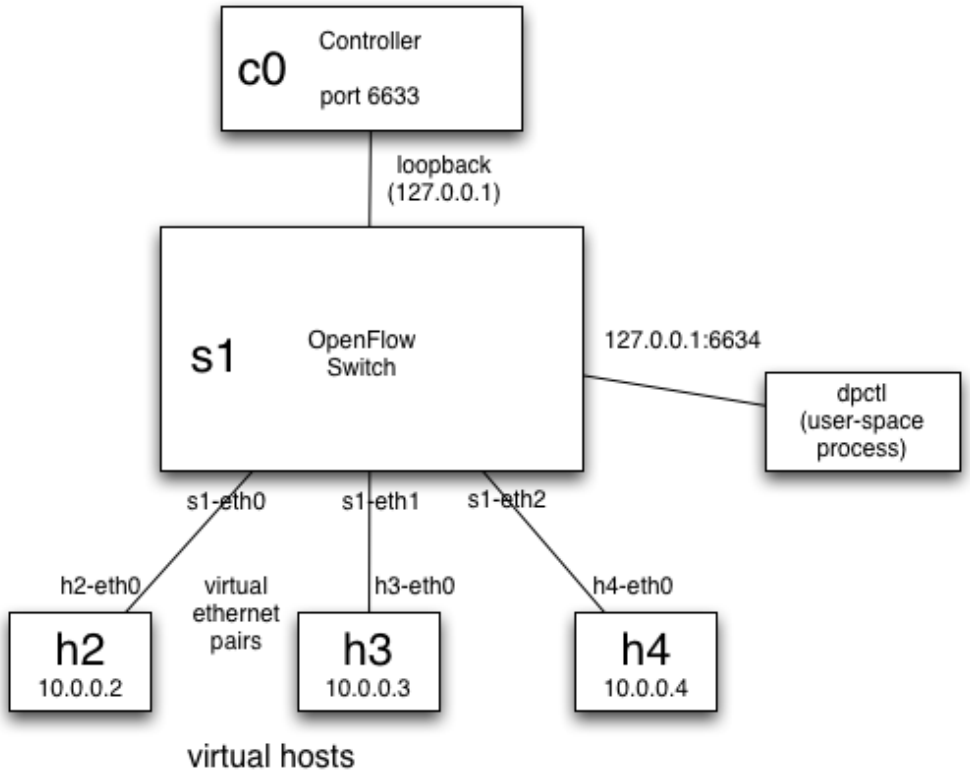
Der Controller

- Controller haben individuelle Stärken
- Floodlight
  - in Java geschrieben, bietet ein Web-GUI und verfügt über eine vielzahl von "Plugins"
- NOX (POX)
  - der OpenFlow Referenz-Controller geschrieben in C, zeigt bisher die beste Performance
  - POX erlaubt die Implementierung von Python Code in NOX (mehr Plugins verfügbar)
- Trema
  - ein Controller geschrieben in Ruby mit nativen Rubyerweiterungen in C
- Beacon
  - ein "fork" von Floodlight mit verbesserter/anderer Multithreading Implementation
- NodeFlow
  - vielversprechende Implementation mit node.js und JavaScript (Google v8 burns like hell)

Entwicklungswerkzeuge

- Verschiedene Entwiklungswerzeuge vorhanden
- DPCTL
  - ein Werkzeug um Datenpfade zu administrieren
  - kann auch Einträge in der "flow-table" editieren
  - nicht als Ersatz für einen Controller gedacht
- mininet
  - eine Software, die virtuelle Netzwerke erstellen kann, speziell für SDN
  - mit mininet kann man problemlos grosse virtuelle Infrastrukturen schaffen
- iperf
  - ein Tool um den "troughput" von Netzwerkgeräten zu messen
- cbench
  - Benchmarkingtool zum generieren von Verkehr

Durchgängiger Anwendungsfall



Ein Packet im Netzwerk

1. h2 möchte prüfen, ob h3 erreichbar ist: h2 ping -c1 h3
2. das Packet erreicht s1 aber s1 weiss nicht, was mit diesem Packet gemacht werden soll
    1. s1 sendet das Packet an c0 und c0 kann eine intelligente Entscheidung treffen
3. c0 kennt jetzt den Port von h2 aber nicht den Port von h3
    1. s1 wird einen "flood" durchführen
4. h3 erhält das Packet und wird natürlich eine Antwort senden
5. s1 erhält das Packet und wird nochmals c0 fragen, was mit dem Packet zu tun ist
    1. da c0 jetzt weiss, an welchem Port h2 ist, muss kein flood gemacht werden
    2. bei dieser Gelegenheit, sieht c0 auch an welchem Port h3 angeschlossen ist

Die FlowTable

- beim vorher beschriebenen Ablauf, muss der Controller jedes mal gefragt werden
  - nicht sinnvoll, da wir Netzwerkgeräte mit multicore CPU's haben
- besser wäre, der Switch könnte selbstständig entscheiden
  - in OpenFlow führt jeder Switch eine FlowTable
- wer befüllt die FlowTable?
  - der Controller anhand der programmierten Logik

OpenFlow-enabled Network Device

Flow Table comparable to an instruction set

MAC src	MAC dst	IP Src	IP Dst	TCP dport	...	Action	Count
*	10:20:.	*	*	*	*	port 1	250
*	*	*	5.6.7.8	*	*	port 2	300
*	*	*	*	25	*	drop	892
*	*	*	192.*	*	*	local	120
*	*	*	*	*	*	controller	11

Funktionen im Controller

- starten des Controllers: `def start_switch (event):`
- Konstruktor des Controllers: `def __init__ (self, connection):`
  - Erstellen des MAC Adressen Speichers
- der Event Packet in: `def _handle_PacketIn (self, event):`
  - entscheiden, welche Logik des Controllers ausgeführt werden soll
- Switch Programmlogik: `def act_like_lswitch (self, packet, packet_in):`
  - MAC Adresse Speichern
  - opt. FlowTable Eintrag installieren
  - Packet ausliefern, direkt an Empfänger oder via "flood"

Die "matching" Klassen

- ein zentraler Bestandteil des Controllers sind die "matching" Funktionen
  - Siehe auch Deep Packet Inspection
- ein Netzwerk Controller abstrahiert mit speziellen "matching" Funktionen die Betrachtung der Packet's

```
#fm.match = of.ofp_match.from_packet(packet)
fm.match.in_port = packet_in.in_port fm.match.dl_dst = dstaddr
fm.actions.append(of.ofp_action_output(port =
self.macStore[dstaddr.toStr()]))
#fm.idle_timeout = 10
#fm.hard_timeout = 30 log.debug("Installing FlowTable entry")
self.connection.send(fm)
```

OpenFlow - Das Ende der Fahnenstange?

- Google selbst hat das eigene WAN auf OpenFlow umgestellt
  - Controller unbekannt resp. modifiziert
- OpenFlow und die Open Network Foundation (ONF) sind breit abgestützt
- OpenFlow befindet sich unter stetiger Entwicklung obschon die Spezifikationen klar sind
- offene Fragen
  - forwarding in gemischten Netzwerke
  - API gegen die Applikationen
  - QoS bisher eher stiefmütterlich behandelt
- es ist fraglich, ob grosse Player im Netzwerkbusiness OpenFlow unterstützen werden

SDN im ICCLab

- derzeit zwei konkrete Projekte im SDN Bereich mit OpenFlow
  - Future Middleware KIARA (EU-Projekt, FI-PPP, FI-WARE)
  - SDN in OpenStack - Netzwerk als Dienst dem Klienten anbieten
- enge Zusammenarbeit mit SWITCH
  - SWITCH selbst ist Partner in einem EU Projekt und baut ein SDN WAN
  - zentrale Rolle der Schweiz als Drehscheibe
- weitere Informationen über das ICCLab unter www.cloudcomp.ch

Literatur

- https://www.opennetworking.org/images/stories/downloads/white-papers/wp-sdn-newnorm.pdf
- http://www.openflow.org/documents/openflow-wp-latest.pdf
- http://www.openflow.org/wk/index.php/Main_Page
- https://www.opennetworking.org/
- https://openflow.stanford.edu/display/ONL/POX+Wiki