

Hálózatok építése és üzemeltetése

Bevezető előadás

Tárgy adatok

- ▶ Hálózatok építése és üzemeltetése (VITMAC00)
- ▶ 4 kredit, 2/1/0/v
- ▶ tárgy honlap: <https://www.tmit.bme.hu/vitmac00>
- ▶ kurzus honlap: <https://www.tmit.bme.hu/vitmac00-2018>
- ▶ Előadók:
 - ▶ Sonkoly Balázs (tárgyfelelős)
 - ▶ I.E.349, tel: 2536, mail: sonkoly@tmit.bme.hu
 - ▶ Gulyás András
 - ▶ I.E.343, tel: 3443, mail: gulyas@tmit.bme.hu
 - ▶ Németh Felicián
 - ▶ I.E.344, tel: 1356, mail: nemethf@tmit.bme.hu
 - ▶ Fehér Gábor
 - ▶ I.E.326/A, tel: 1925, mail: feher@tmit.bme.hu

Tárgy adatok

▶ Előadások

- ▶ minden hétfő
 - ▶ 12:15-14:00 (IE007)

▶ Gyakorlatok

- ▶ minden második szerda (páros heteken)
 - ▶ 10:15-12:00 (QBF10, QBF13, IB213)
- ▶ legalább 70%-ára be kell jönni (katalógus!)
- ▶ három csoport
 - ▶ QBF10, QBF13 (notebook szükséges!)
 - ▶ IB213 (labor, akik nem tudnak gépet hozni)
- ▶ jelentkezés hamarosan

Tárgy célja

- ▶ **Alapvető, gyakorlati ismeretek**
 - ▶ (egyszerűbb) IT hálózatok építéséhez
 - ▶ szolgáltatások beüzemeléséhez
 - ▶ a hálózat üzemeltetéséhez (pl. hogyan találjuk meg gyorsan a hibát?)
- ▶ **Megérteni**
 - ▶ az építő elemeket (pl. hálózati eszközök belső felépítése)
 - ▶ az alapvető működési mechanizmusokat, funkciókat
- ▶ **Gyakorlati tudást adni!!**
- ▶ **+ Betekintés a legújabb technológiákba**

hét	dátum	előadó	téma
1	09-03	Sonkoly Balázs	Bevezető Érdekes hálózatos témák: SDN, NFV, 5G
2	09-10	Sonkoly Balázs	GNU/Linux
		Czentye János, Dóka János	Demó: Hálózatból vezérelt drónok, útban az 5G felé
3	09-17	Németh Felicián	GNU/Linux (folytatás), Linux hálózat, szoftver szerszámok
		(önálló feldolgozásra)	Python
		Németh Felicián	Demó: Programozható data plane, a jövő switch-ei
4	09-24	Németh Felicián	Hálózati eszközök belső felépítése, OpenWRT
5	10-01	Sonkoly Balázs	Hálózati funkciók a gyakorlatban (1.rész)
6	10-08	Sonkoly Balázs	Hálózati funkciók a gyakorlatban (2.rész)
7	10-15	Sonkoly Balázs	Routing protokollok
8	10-22		
9	10-29	Gulyás András	A hálózat mint platform (SDN) - előadás <i>A hálózat mint platform (SDN) - jegyzet</i>
10	11-05	Sonkoly Balázs	SDN a gyakorlatban
		TBA	Demó: TBA
		TBA Sonkoly Balázs	ZH konzultáció
11	11-12	Fehér Gábor	Hálózatbiztonság
	11-13		ZH (8:15-10:00, helyszín: TBA)
12	11-19	Fehér Gábor	WiFi, WiFi biztonság
	11-23		pót ZH (14:15-16:00, helyszín: TBA)
13	11-26	Gulyás András	Internet - előadás <i>Internet - háttéranyag</i>
14	12-03	Gulyás András, Mohácsi János	NIIFI látogatás Hálózatok összekapcsolása: az Internet
15	TBA	Sonkoly Balázs	Vizsga konzultáció

Félév (tervezett) menete

Gyakorlatok (tervezet): szerda 10:15-12:00, QBF10, QBF13, IB213

hét	dátum	QBF10	QBF13	IB213	téma, anyagok
2	09-12	Sonkoly Balázs	TBA	Krämer Zsolt	Linux alapok
4	09-26	Németh Felicián	Lévai Tamás	TBA	Linux hálózat + szoftver szerszámok
6	10-10	Sonkoly Balázs	TBA	Krämer Zsolt	Hálózati funkciók a gyakorlatban
8	10-24	Gulyás András	TBA	TBA	Troubleshooting
10	11-07	Sonkoly Balázs	Heszberger Zalán	TBA	OSPF
12	11-21	Németh Felicián	Sonkoly Balázs	TBA	OpenFlow, SDN Controller
14	12-05	Fehér Gábor	Szalay Márk	TBA	WiFi

Félév teljesítése

▶ Aláírás

- ▶ írásbeli ZH teljesítése (legalább elégségesre)
- ▶ ZH: 11. héten, nov.13. kedd, 8:15-10:00
- ▶ pótlás ZH: 12. héten, nov.23. péntek, 14:15-16:00
- ▶ pótlás pótlás ZH: pótlási héten

▶ Vizsga

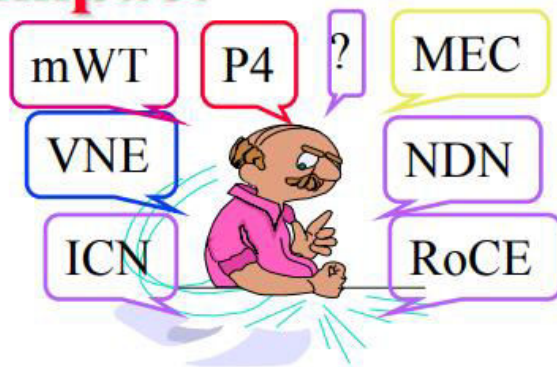
- ▶ írásbeli
- ▶ elővizsga: pótlási héten

Motiváció

- ▶ Miért hálózatok?
- ▶ ACM SIGCOMM 2017, Los Angeles, CA, USA
 - ▶ 2017. aug. 21-25.
 - ▶ egyik legjelentősebb “networking konferencia”
 - ▶ (idén Budapesten volt!)
 - ▶ első “keynote speech”: Raj Jain
 - ▶ (Washington University in St. Louis)
 - ▶ pár lopott slide...



The Catch-up Game: Quest for the Impact



Raj Jain

Washington University in Saint Louis

Jain@wustl.edu

Keynote at ACM SIGCOMM 2017,
Los Angeles, CA, August 22, 2017.

These slides and recording of this talk are available at:

<http://www.cse.wustl.edu/~jain/talks/sigcomm.htm>



1. Is networking still hot or should I change?
2. Will the technology I am working on succeed?
3. Our initial research: Congestion control
4. Lessons Learnt: What is required to make an impact?
5. Current developments – A Limited personal view



**Let's Make Networking
Great Again**

Networking = “Plumbing”

Networking is the “plumbing” of computing

Almost all areas of computing are network-based.

Distributed computing

Big Data

Cloud Computing

Internet of Things

Smart Cities



Networking is the backbone of computing.

Networking is already great!

Networking is Fueling All Sectors of Economy

Networking companies are among the most valued companies: Apple, AT&T, Samsung, Verizon, Microsoft, China Mobile, Alphabet, Comcast, NTT, IBM, Intel, Cisco, Amazon, Facebook, ...

▷ All tech companies that are hiring currently are networking companies

Note: Apple became highly valued only after it switched from computing to communications (iPhone)



Networking = Economic Indicator

Smart Everything



Smart Watch



Smart TV



Smart Car



Smart Health



Smart Home



Smart Kegs



Smart Space



Smart Industries



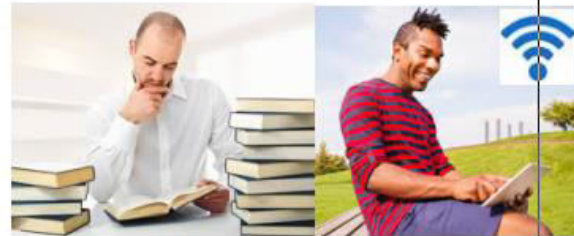
Smart Cities

What's Smart?

Old: Smart = Can think $\supset$ Computation
= Can Recall $\supset$ Storage

Now: Smart = Can find quickly, Can Delegate
 $\supset$ Communicate = Networking

Smart Grid, Smart Meters, Smart Cars, Smart homes, Smart Cities, Smart Factories, Smart Smoke Detectors, ...



Not-Smart

Smart

Networked $\supset$ Smart

Am I in the Right Field to Impact?

YES, Networking is hot!

Érdekes témák, kis előretekintés: SDN

Szoftver-alapú hálózatok

Probléma

- ▶ Számítógép-hálózat
 - ▶ bonyolult, elosztott rendszer
 - ▶ különböző HW eszközökből áll
 - ▶ switch, router, middlebox, ...
 - ▶ zárt, gyártóspecifikus HW, FW, SW
 - ▶ bonyolult, elosztott kontroll funkciók (pl. routing protokollok)
 - ▶ heterogén eszközök konfigurálása
 - ▶ különböző interfészek

Probléma

▶ Számítógép-hálózat

- ▶ nehéz/költséges tervezés és üzemeltetés
- ▶ konfigurálás $\leftrightarrow$ programozás
- ▶ lassú innováció (akadémia problémája)
- ▶ drága (ipar problémája)
 - ▶ üzemeltetés
 - ▶ fejlesztés
 - ▶ új szolgáltatások bevezetése/beüzemelése

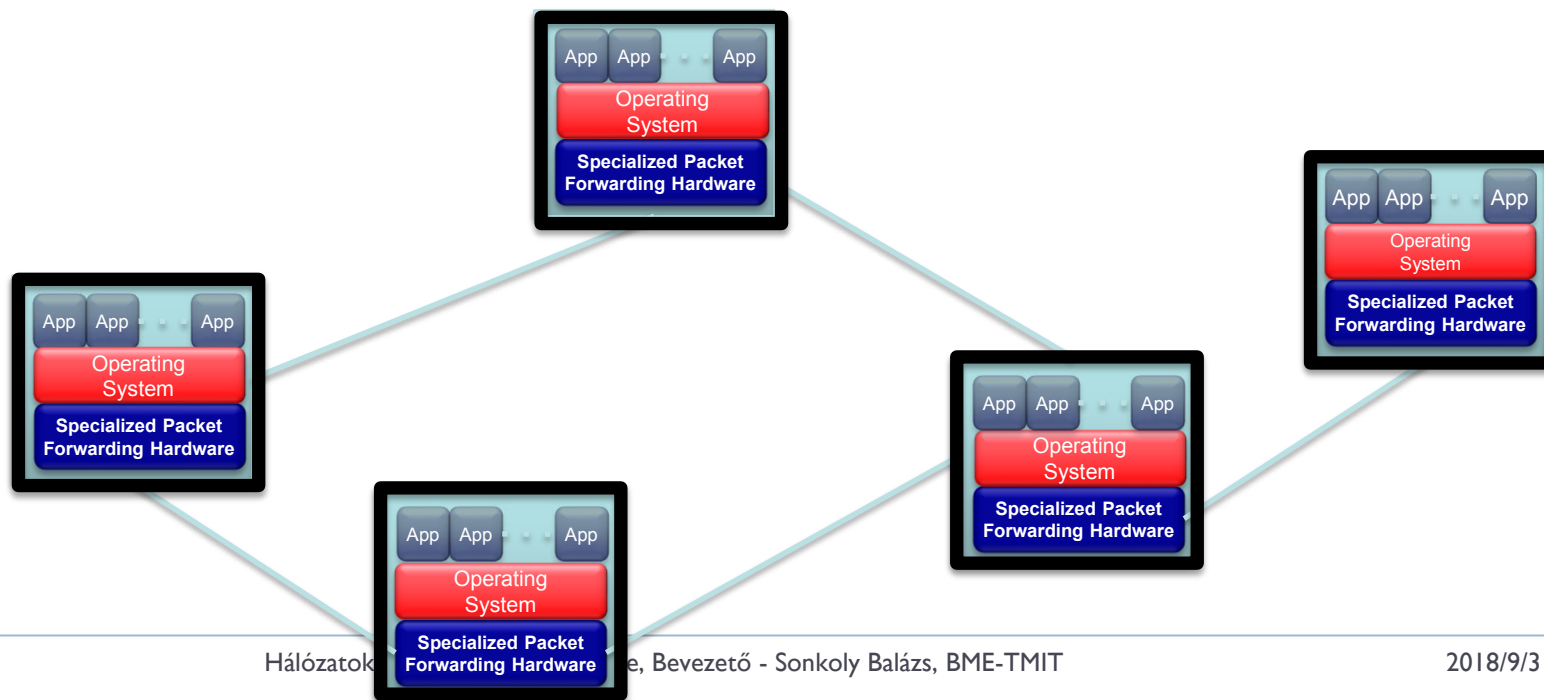
Cél

- ▶ Számítógép-hálózatok minél “jobb” programozhatósága
- ▶ programozhatóság
 - ▶ hálózat mint egész működésének meghatározása
 - ▶ több mint az egyes elemek működésének befolyásolása
 - ▶ konfigurálás $\leftrightarrow$ programozás
 - ▶ időskála!
- ▶ “jobb”
 - ▶ könnyebb, gyorsabb
 - ▶ flexibilisebb
 - ▶ szélesebb körű
 - ▶ kevesebb hiba(lehetőség)
 - ▶ gyorsabb javíthatóság

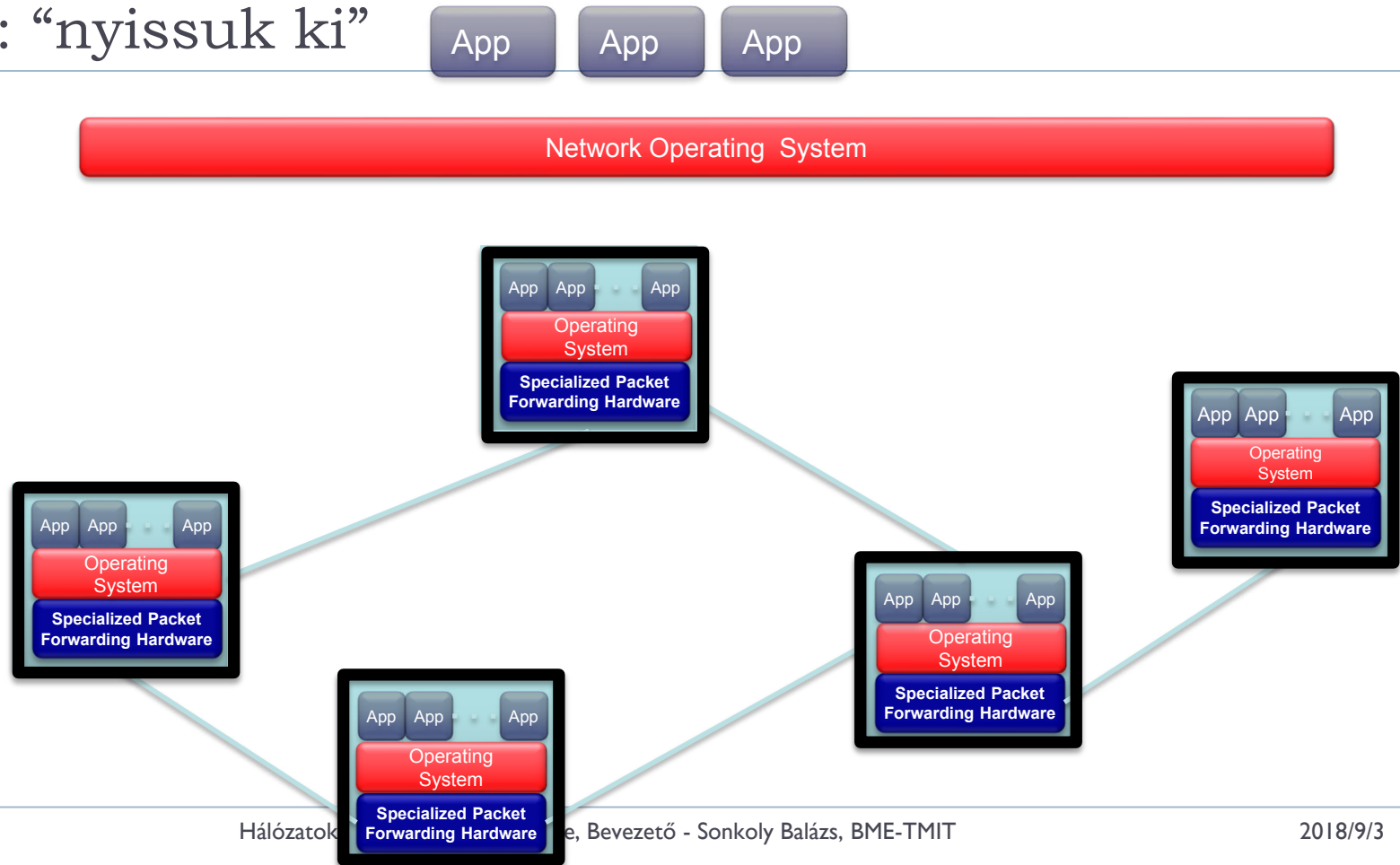
(Egy) Megoldás(i irány)

- ▶ **Software Defined Networking**
 - ▶ kontrollsík szoftverizálása
 - ▶ kontrollsík ↔ adatsík szeparálása
 - ▶ kontroll: döntés hogy mi történjen az adott forgalommal
 - ▶ adatsík: csomagok továbbítása
 - ▶ kontrollsík centralizálása / konszolidálása / egységesítése
 - ▶ közöttük: nyílt interfész(ek)
 - ▶ korábban: elosztott rendszer, „sok-sok” kapcsolat
 - ▶ most: elosztott rendszer, „egy-sok” kapcsolat!
- ▶ **Egy népszerű realizáció: OpenFlow**
 - ▶ kontroll-adat szeparálás +
 - ▶ hálózati eszköz általánosítása (absztrakció)
 - ▶ műveletek általánosítása (bizonyos mértékben)
 - ▶ új koncepció: hálózati operációs rendszer

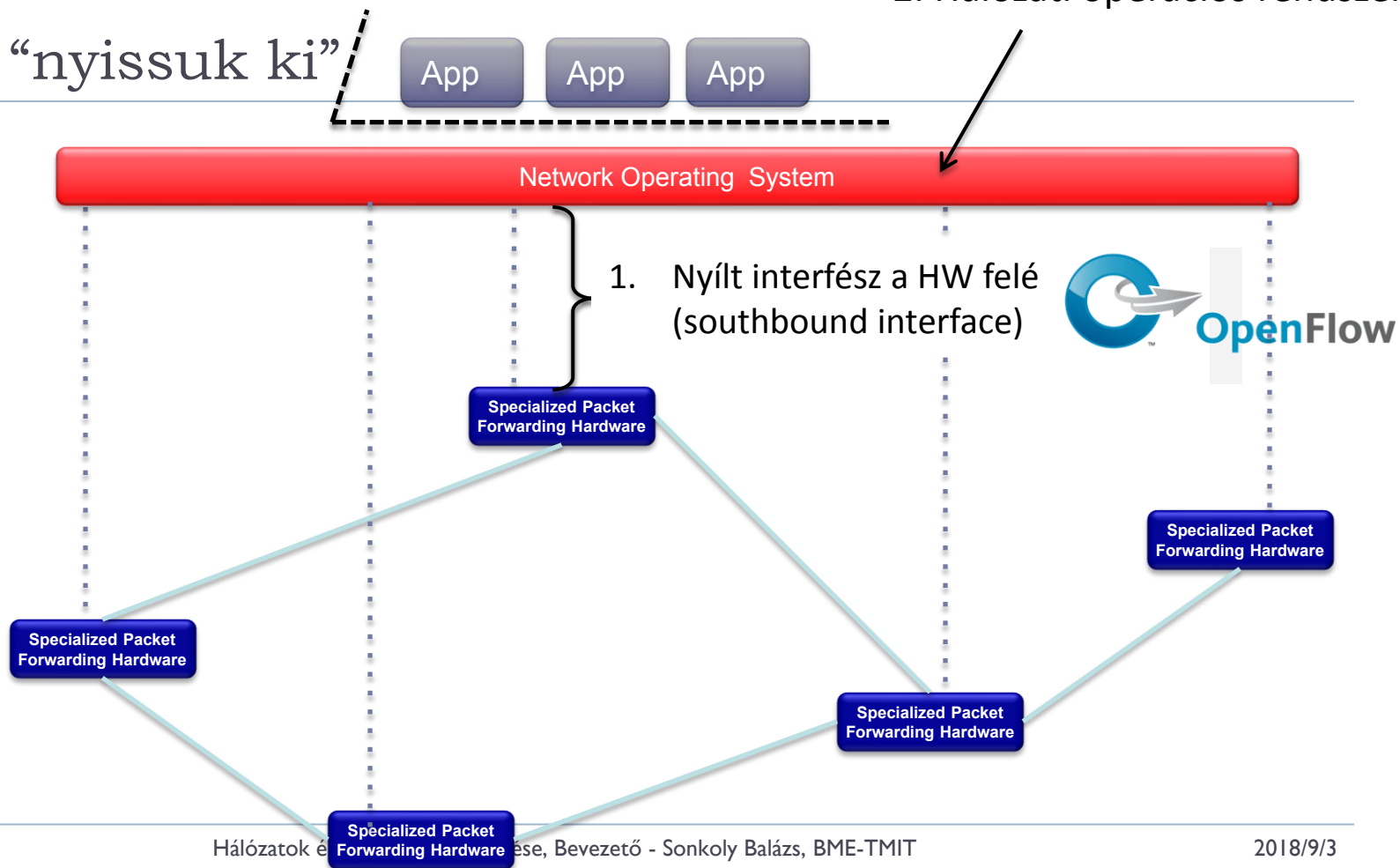
Internet ma: zárt infrastruktúra



SDN: “nyissuk ki”



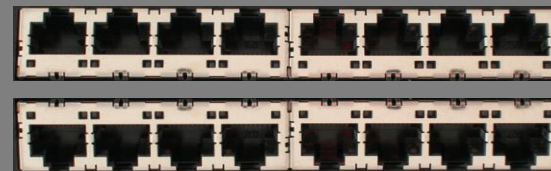
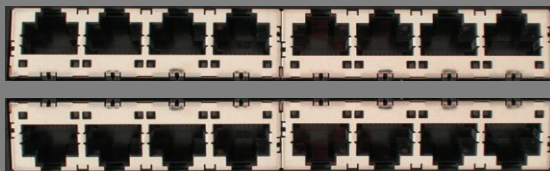
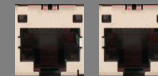
SDN: “nyissuk ki”



Mi is az az OpenFlow?

- ▶ OpenFlow egy API, interfész
- ▶ Ezen keresztül kontrollálható a csomag-továbbítás (forwarding)
- ▶ olcsó HW-en is implementálható
- ▶ Üzemeltetett hálózat programozható lesz
 - ▶ nem csak konfigurálható!
- ▶ Egyszerűbb innováció
- ▶ (egyszerűbb üzemeltetés, új szolgáltatások bevezetése)
- ▶ **Fő célok**
 - ▶ Ne kelljenek speciális testbedek
 - ▶ Kísérleti megoldások **valós hálózaton, valós forgalom** mellett, **vonali sebességen**

Ethernet Switch



Control Path (Software)

Data Path (Hardware)

OpenFlow Controller

OpenFlow Protocol (SSL/TCP)

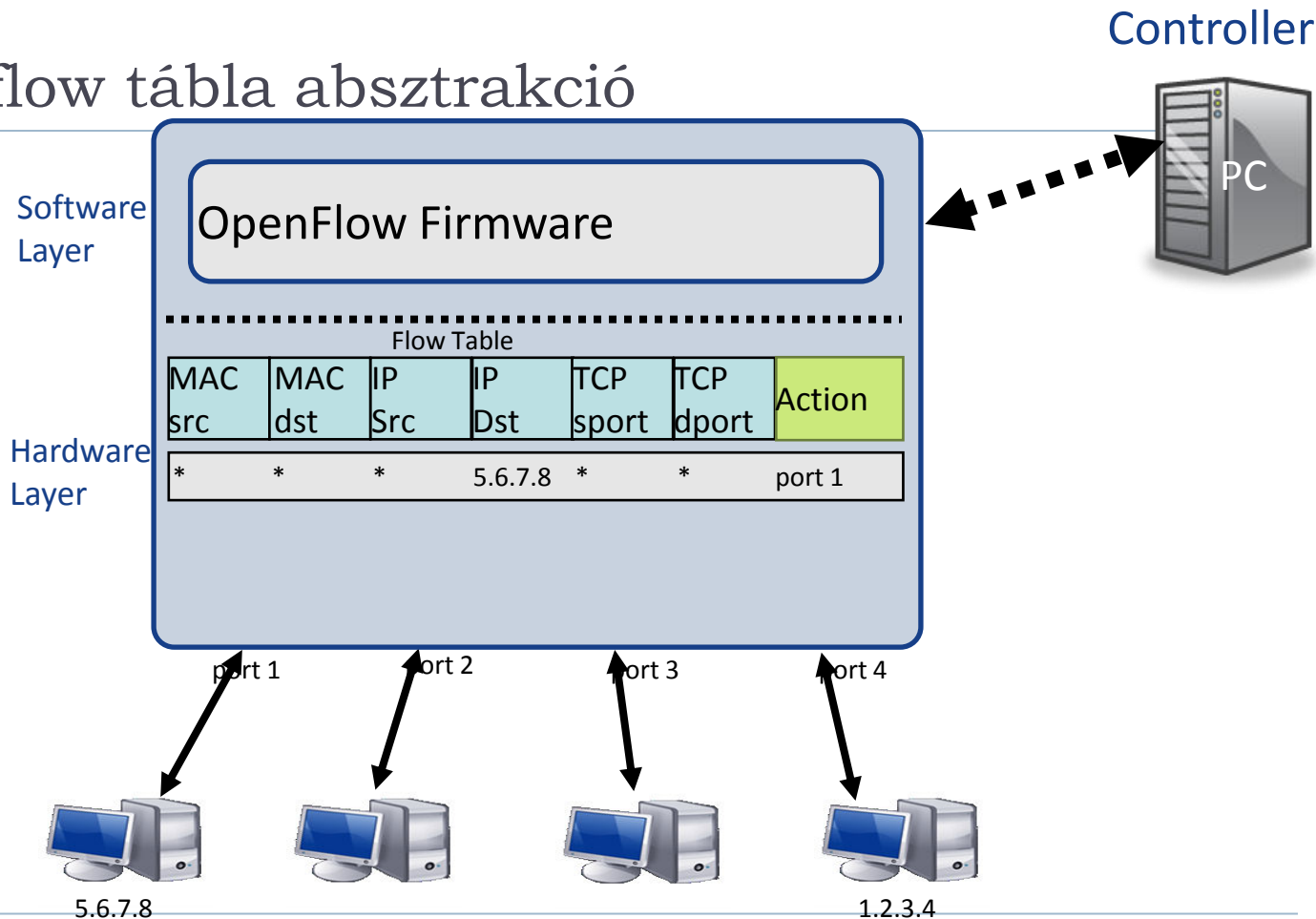


Control Path

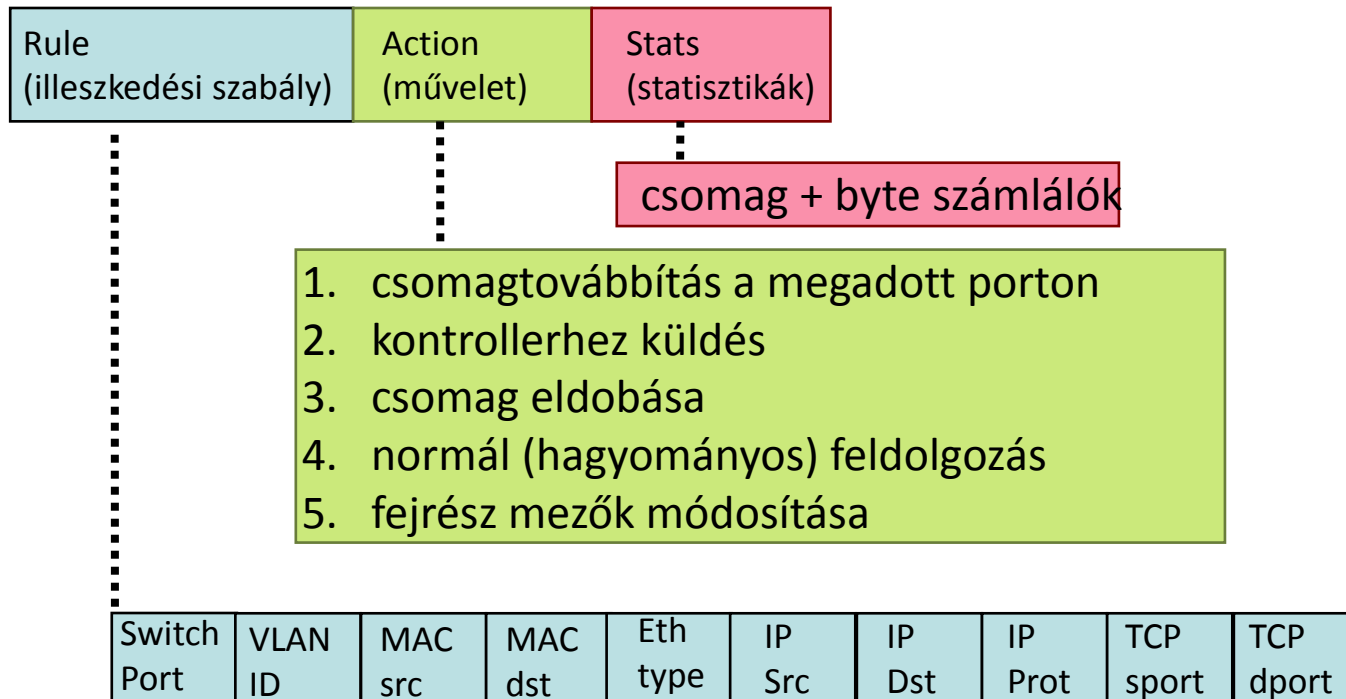
OpenFlow

Data Path (Hardware)

OpenFlow flow tábla absztrakció



Flow tábla bejegyzések



+ a nem szükséges mezők maszkolhatók (wildcard)

Flow tábla bejegyzések: példák

Switching (L2 kapcsolás)

Switch Port	MAC src	MAC dst	Eth type	VLAN ID	IP Src	IP Dst	IP Prot	TCP sport	TCP dport	Action
*	*	00:1f:..	*	*	*	*	*	*	*	port6

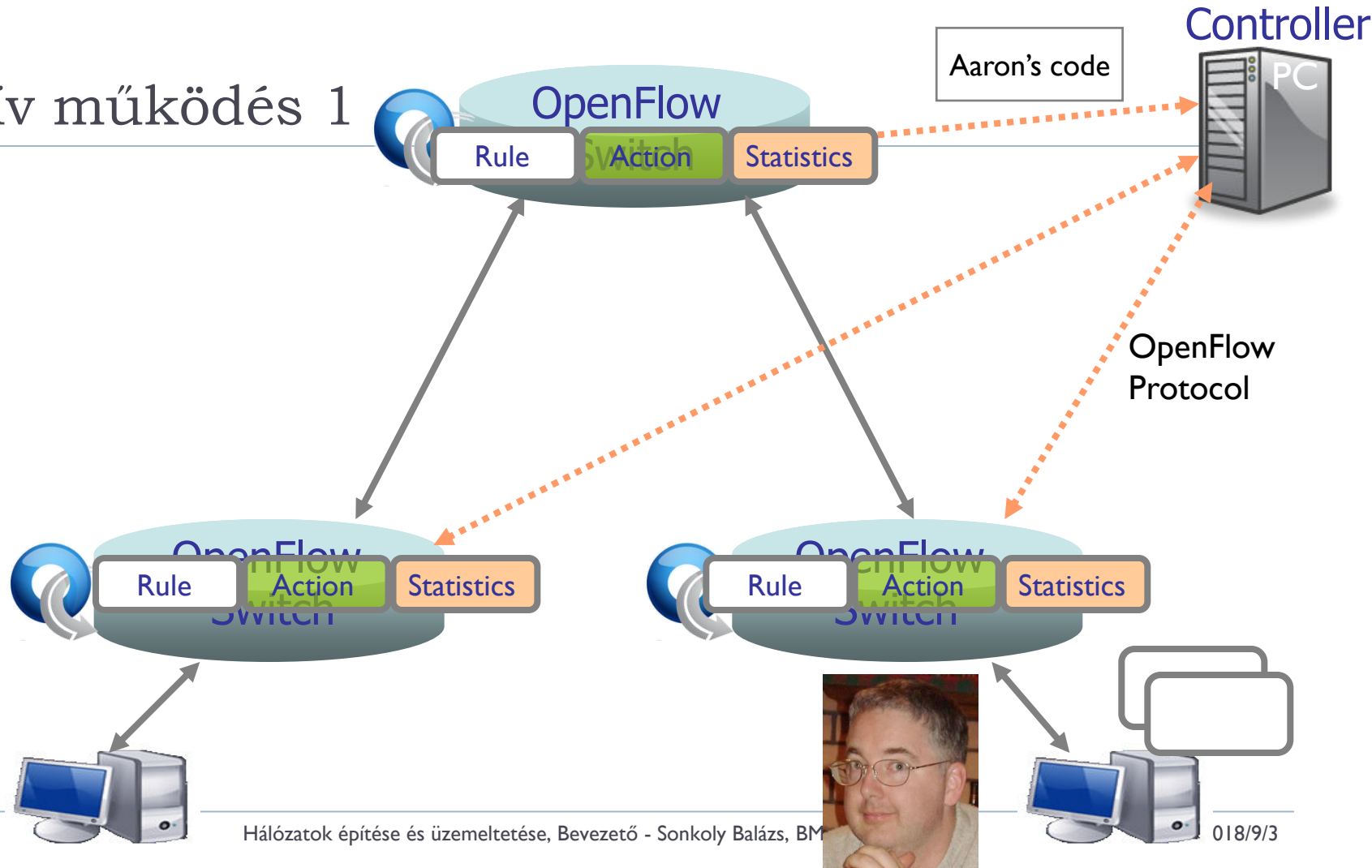
Routing (L3 útvonalválasztás)

Switch Port	MAC src	MAC dst	Eth type	VLAN ID	IP Src	IP Dst	IP Prot	TCP sport	TCP dport	Action
*	*	*	*	*	*	5.6.7.8	*	*	*	port6

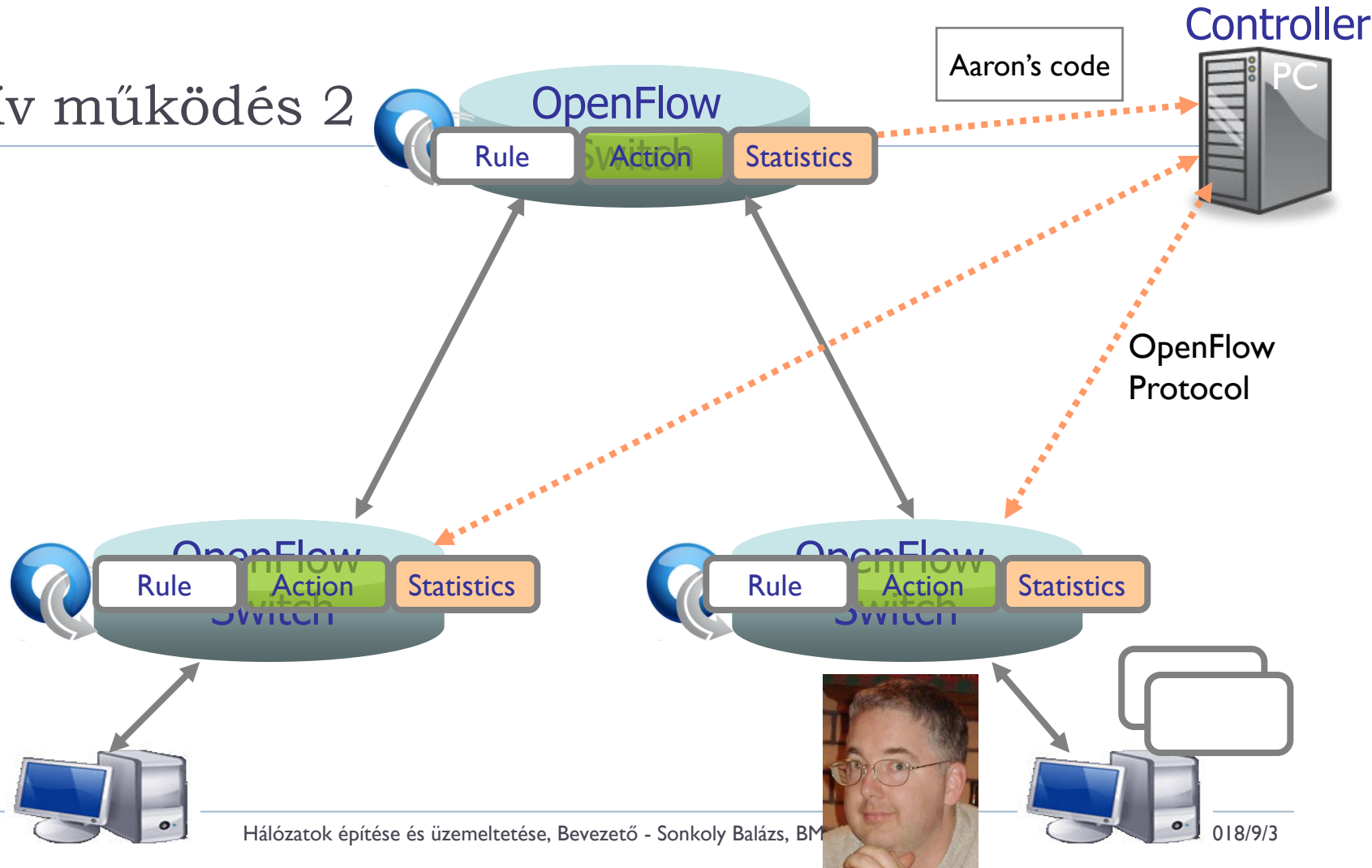
VLAN Switching

Switch Port	MAC src	MAC dst	Eth type	VLAN ID	IP Src	IP Dst	IP Prot	TCP sport	TCP dport	Action
*	*	00:1f:..	*	vlan1	*	*	*	*	*	port6, port7, port9

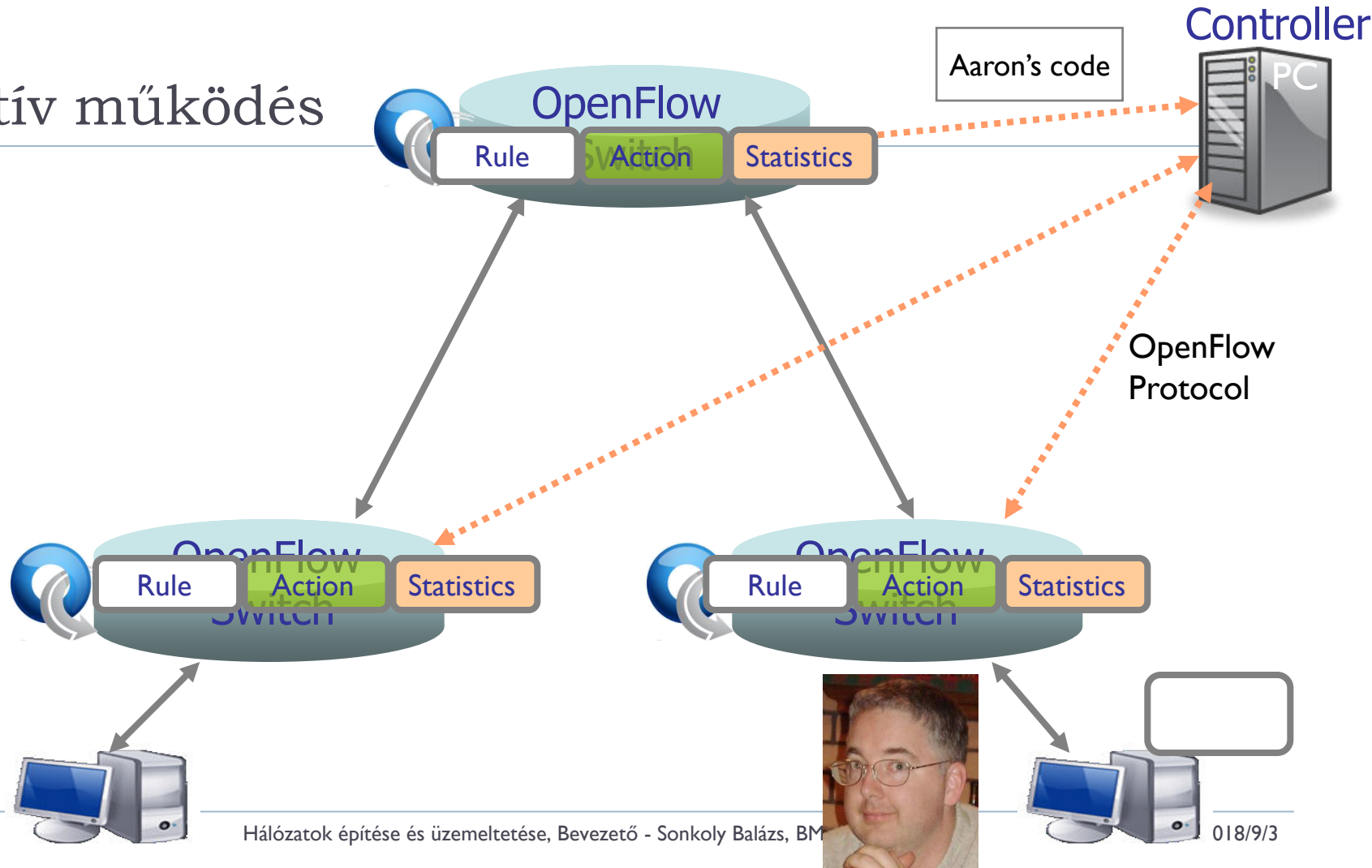
Reaktív működés 1



Reaktív működés 2



Proaktív működés



Érdekes témák, kis előrettekintés: NFV

Hálózati Funkciók Virtualizálása

Middleboxok

- ▶ Mi az a middlebox?
 - ▶ minden forgalom/csomag processzáló eszköz, ami nem switch vagy router
 - ▶ speciális hálózati funkció
 - ▶ pl. NAT, tűzfal, IDS/IPS, DPI, load balancer
- ▶ Mennyi van belőlük a hálózatban?
- ▶ Felmérés:
 - ▶ nagyvállalati hálózati környezet
 - ▶ felhasználók >80K
 - ▶ telephely $n \cdot 10$

Type of appliance	Number
Firewalls	166
NIDS	127
Media gateways	110
Load balancers	67
Proxies	66
VPN gateways	45
WAN Optimizers	44
Voice gateways	11
Total Middleboxes	636
Total routers	~900

Middleboxok → NFV

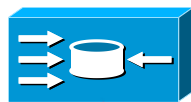
Implementáció ma:

- önálló egység
- speciális HW berendezés vagy
- switch/router + extra funkció

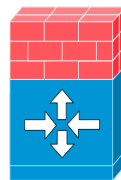
Tendencia:

- HW → SW
- általános célú HW-en
- SW komponensek
- NFV: Network Function Virtualization

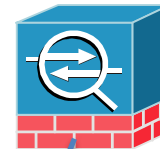
Proxy



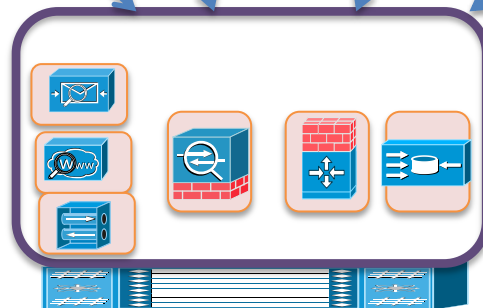
Firewall



IDS/IPS



AppFilter

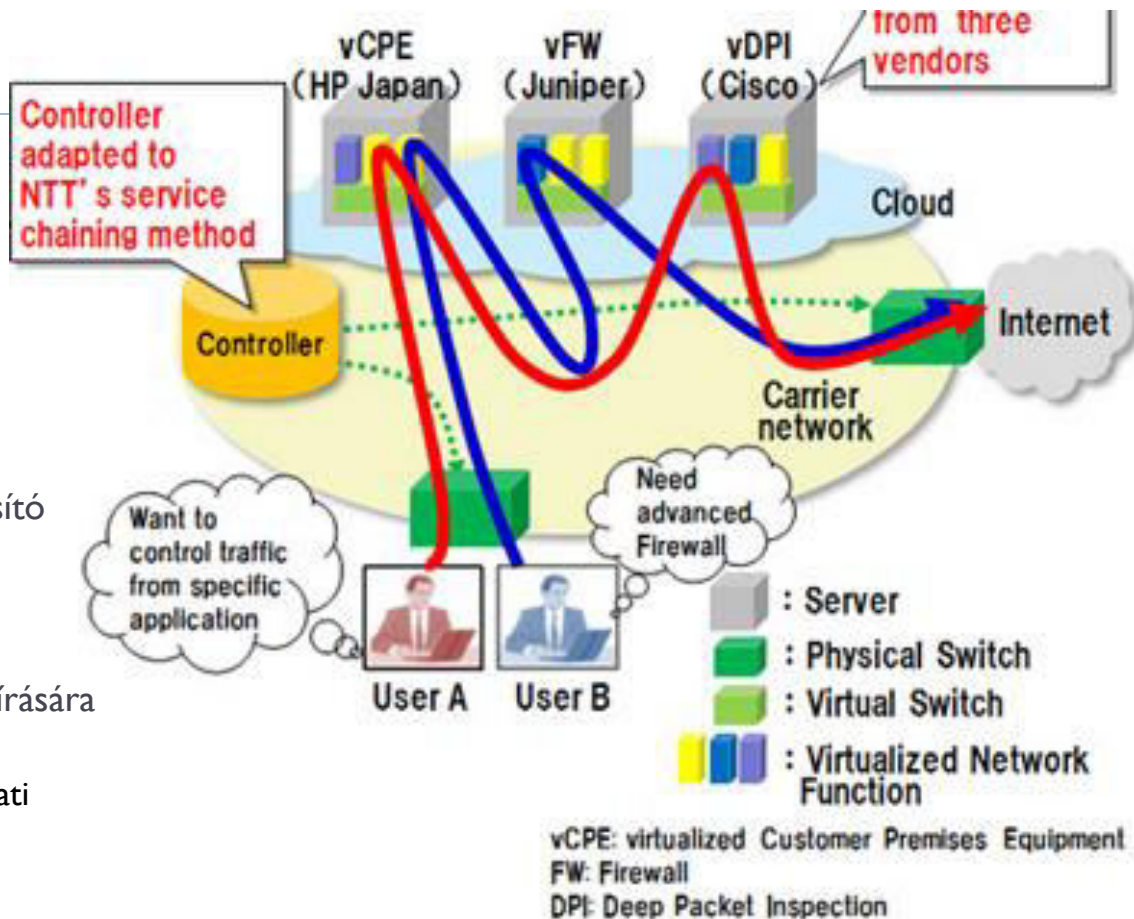


NFV

- ▶ SDN: kontrollsík programozása/szoftverizálása
- ▶ Network Function Virtualization
 - ▶ adatsík programozása/szoftverizálása
 - ▶ általános célú szerver HW-ek (pl. x86)
 - ▶ hatalmas fejlődés
 - ▶ realitás a hatékony csomagfeldolgozás SW alapon!
 - ▶ pl. Intel DPDK, Netmap
- ▶ NFV-k futtatása
 - ▶ cloudban
 - ▶ vagy saját adatközpontokban
 - ▶ micro/pico adatközpont pl. egy bázisállomásban

SFC

- ▶ Service Function Chaining
- ▶ Nem új koncepció
- ▶ SDN előretörésével fókuszba került
- ▶ Tipikus szolgáltatás
 - ▶ hálózati funkciók végrehajtása
 - ▶ adott sorrendben
 - ▶ adott forgalomra
 - ▶ csomagok irányítása a funkciót megvalósító blokkok között
- ▶ Absztrakció
 - ▶ service chain vagy service graph
 - ▶ magas szintű szolgáltatások generikus leírására
 - ▶ milyen típusú forgalom/felhasználó
 - ▶ milyen elemi szolgáltatások (vagy hálózati funkciók)
 - ▶ milyen sorrendben



Demó (helyett illusztráció)

Robotok vezérlése 5G hálózathál