

Kitekintés

Hálózat Virtualizálás, IoT

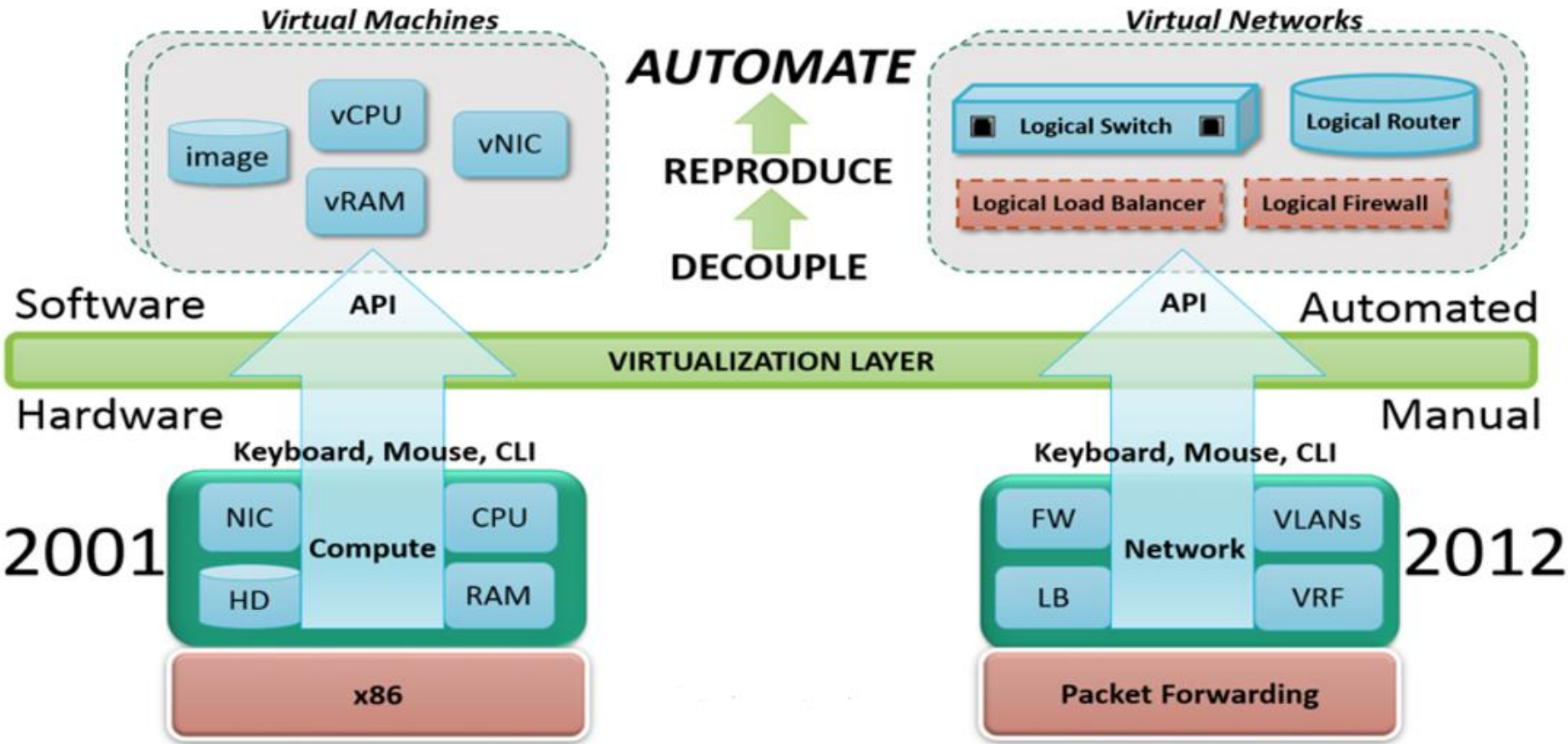


- A hardveres és szoftveres hálózati erőforrások és funkciók összefogása egy egységes, szoftveresen menedzselhető entitássá, egy virtuális hálózattá



Server Virtualization

Network Virtualization





SDN KONCEPCIÓ

- 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

- Számítógép-hálózat
 - nehéz/költséges tervezés és üzemeltetés
 - konfigurálás ↔ programozás
 - lassú innováció (akadémia problémája)
 - drága (ipar problémája)
 - üzemeltetés
 - fejlesztés
 - új szolgáltatások bevezetése/beüzemelése

- Számítógép-hálózatok minél “jobb” programozhatósága
- programozhatóság
 - hálózat mint egész működésének meghatározása
 - több mint az egyes elemek működésének befolyásolása
 - konfigurálás ↔ 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!
- Nem új ötlet!
 - több évtizedes út
 - sok korábbi ötlet felhasználása
 - pl. PSTN: kontroll- és adatsík szeparálás

- OpenFlow
 - kontroll-adat szeparálás +
 - hálózati eszköz általánosítása (absztrakció)
 - műveletek általánosítása (bizonyos mértékben)
 - új koncepció: hálózati operációs rendszer
- SDN (konceptiók) egy népszerű realizációja
- DE más realizációk is vannak
 - pl. láttuk, BGP-alapú megoldás
 - gyártó specifikus megoldások pl.: Cisco ONE platform, Juniper JunOS SDK

Hogyan jutottunk az SDN-ig?



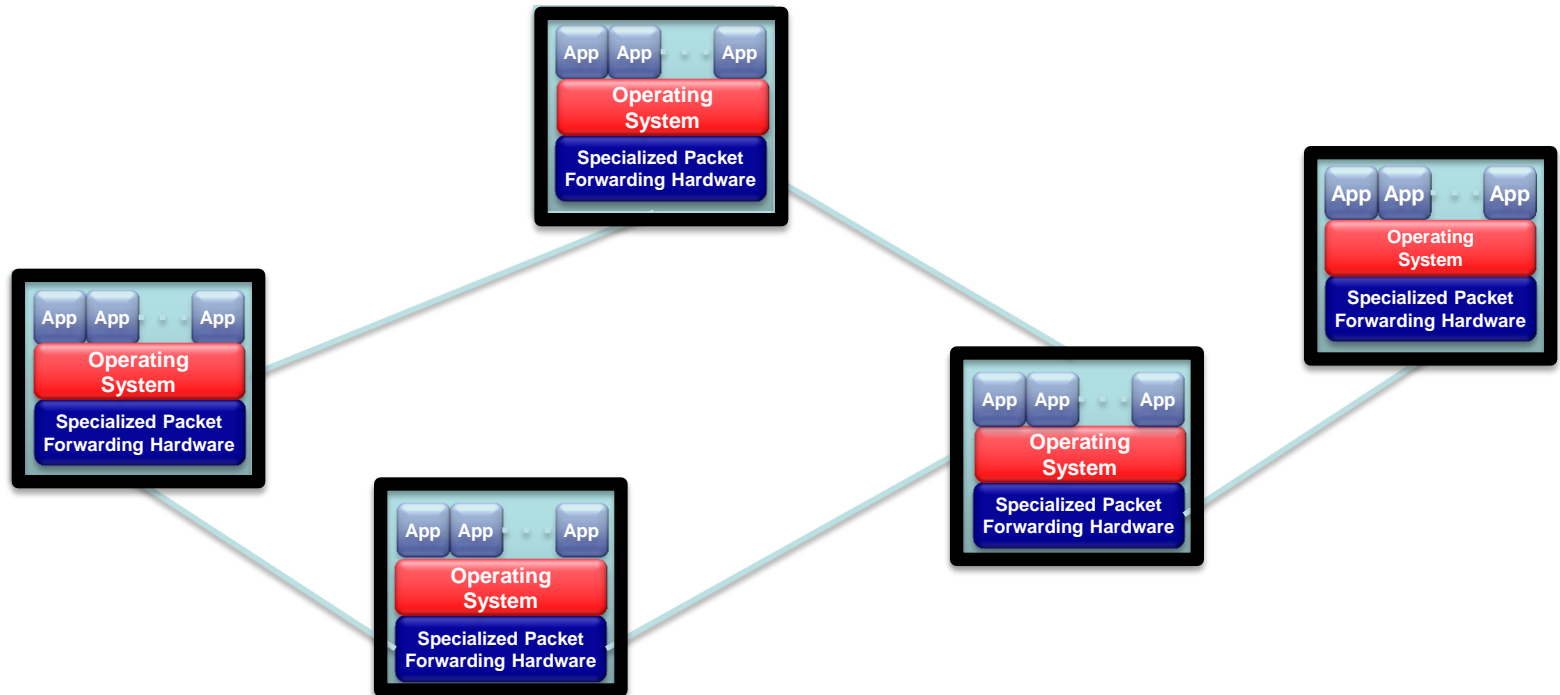
BME-TMIT

- OpenFlow
 - Siker oka: sokan álltak mögé
 - Akadémiai szereplők
 - legnagyobb egyetemek (USA, EU)
 - Ipari szereplők
 - gyártók
 - NEC, HP, Cisco, Pronto, Brocade, Broadcom, Ericsson, IBM, ...
 - felhő szolgáltatók
 - Amazon, Google, Microsoft, ...
 - szolgáltatók / adatközpont üzemeltetők
 - Facebook, ...
 - carriers
 - DT, Telecom Italia, Telefonica, NTT, ...
 - ma már: szabványosító szervezetek
 - Open Networking Foundation
 - OpenDaylight initiative

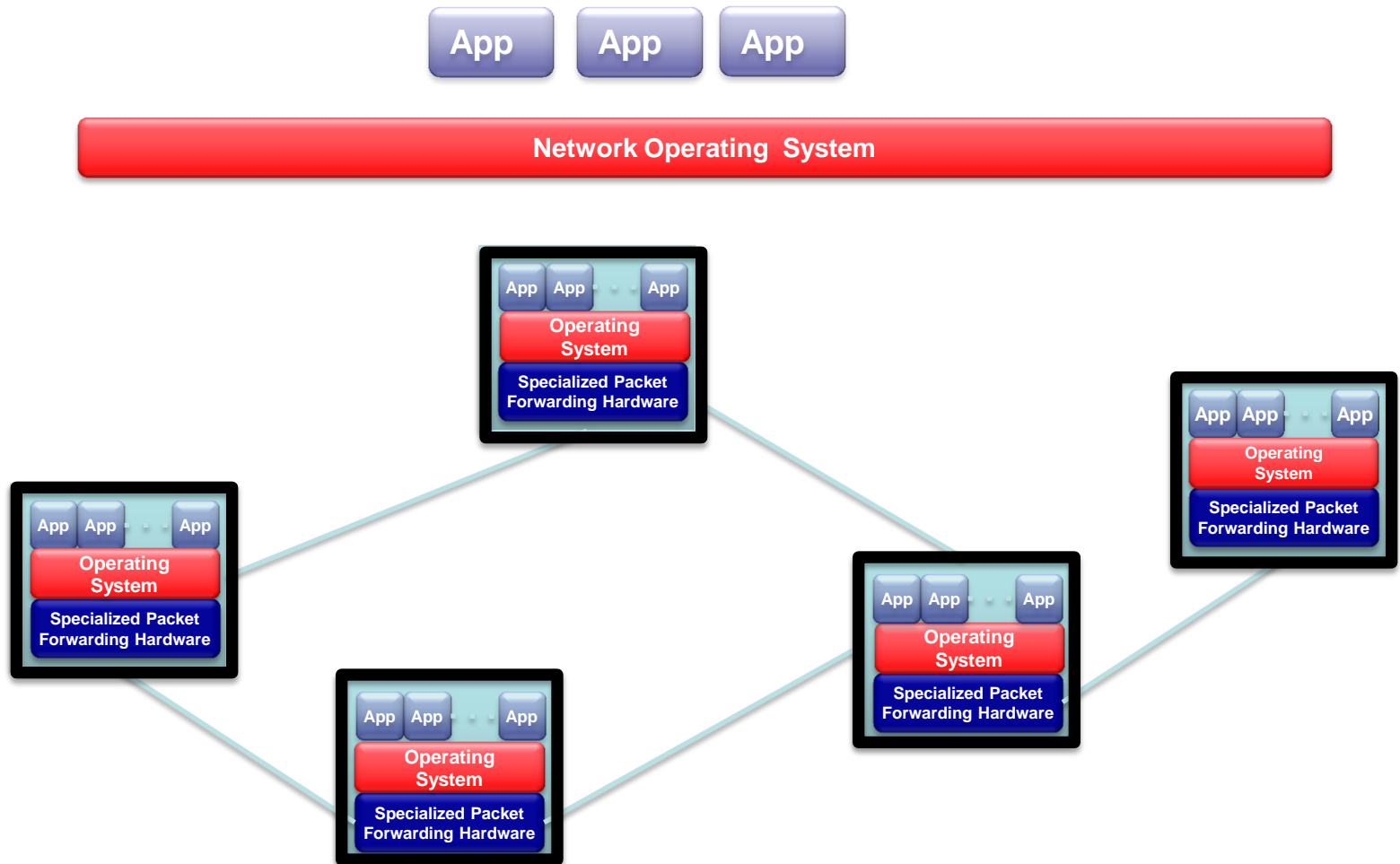
Internet ma: zárt infrastruktúra



BME-TMIT



SDN: "nyissuk ki"



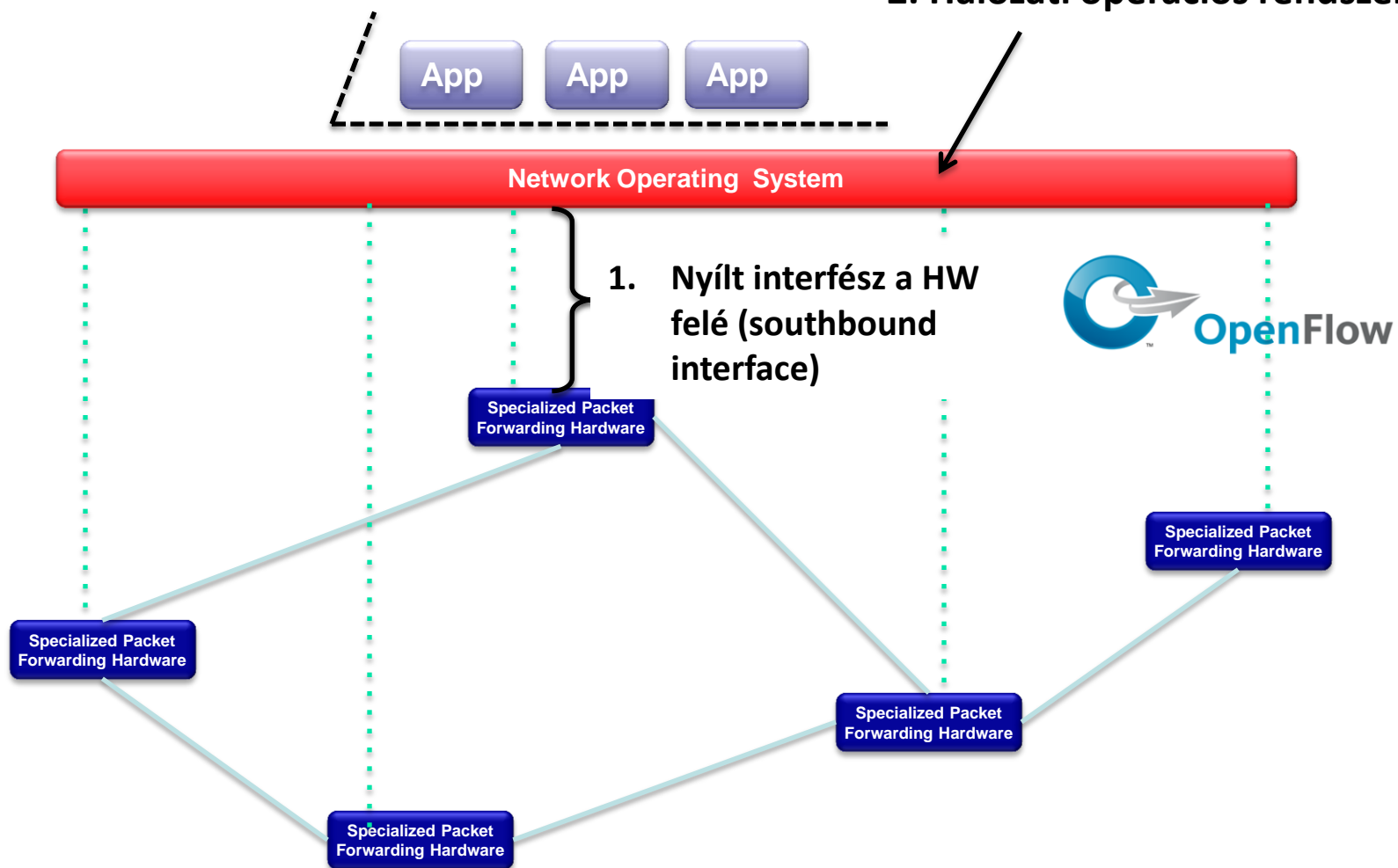
SDN: "nyissuk ki"



BME-TMIT

3. Jól definiált API (northbound interface)

2. Hálózati operációs rendszer



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**



Control Path (Software)

Data Path (Hardware)

OpenFlow Controller

OpenFlow Protocol (SSL/TCP)



Control Path

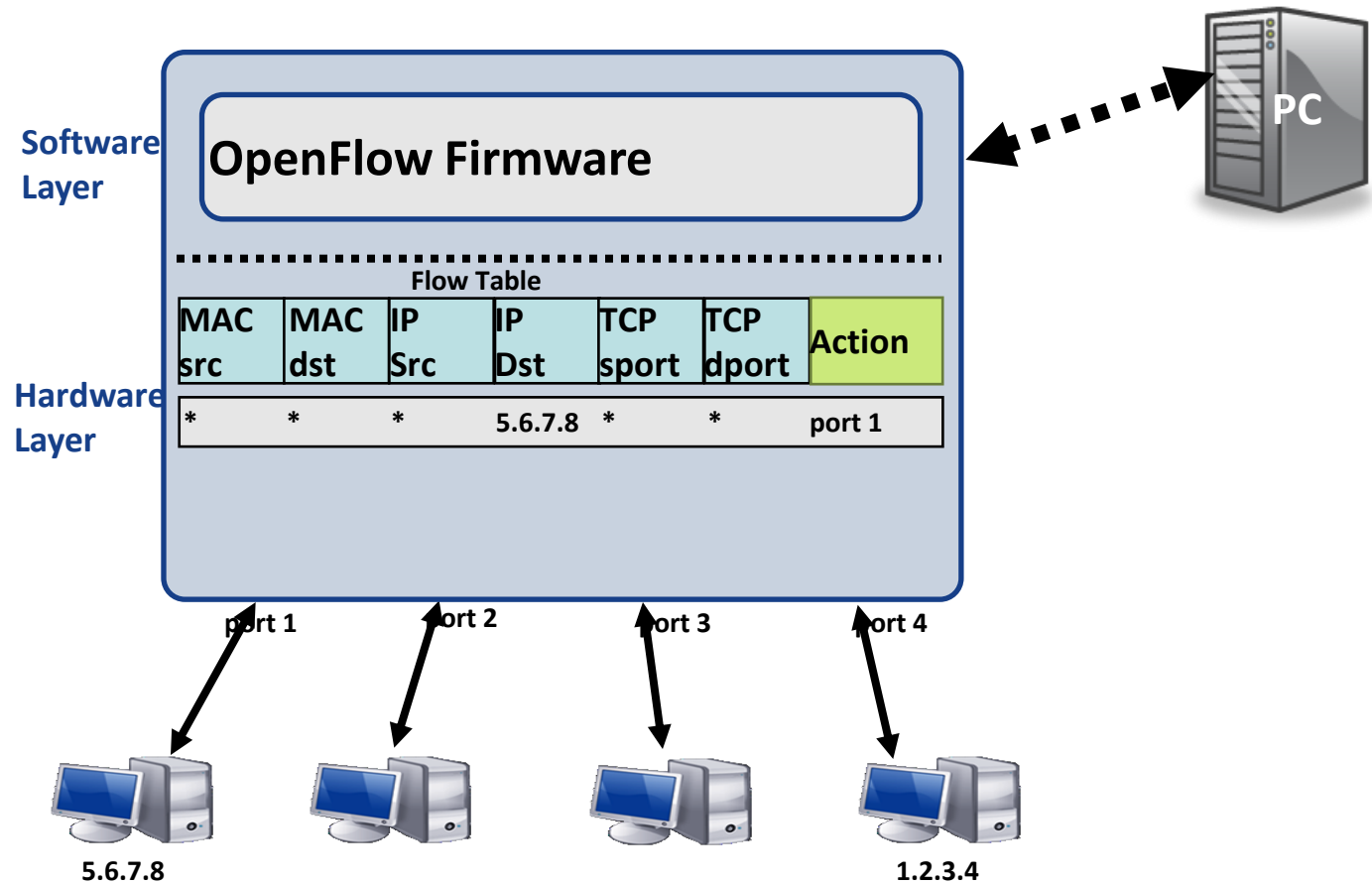
OpenFlow

Data Path (Hardware)

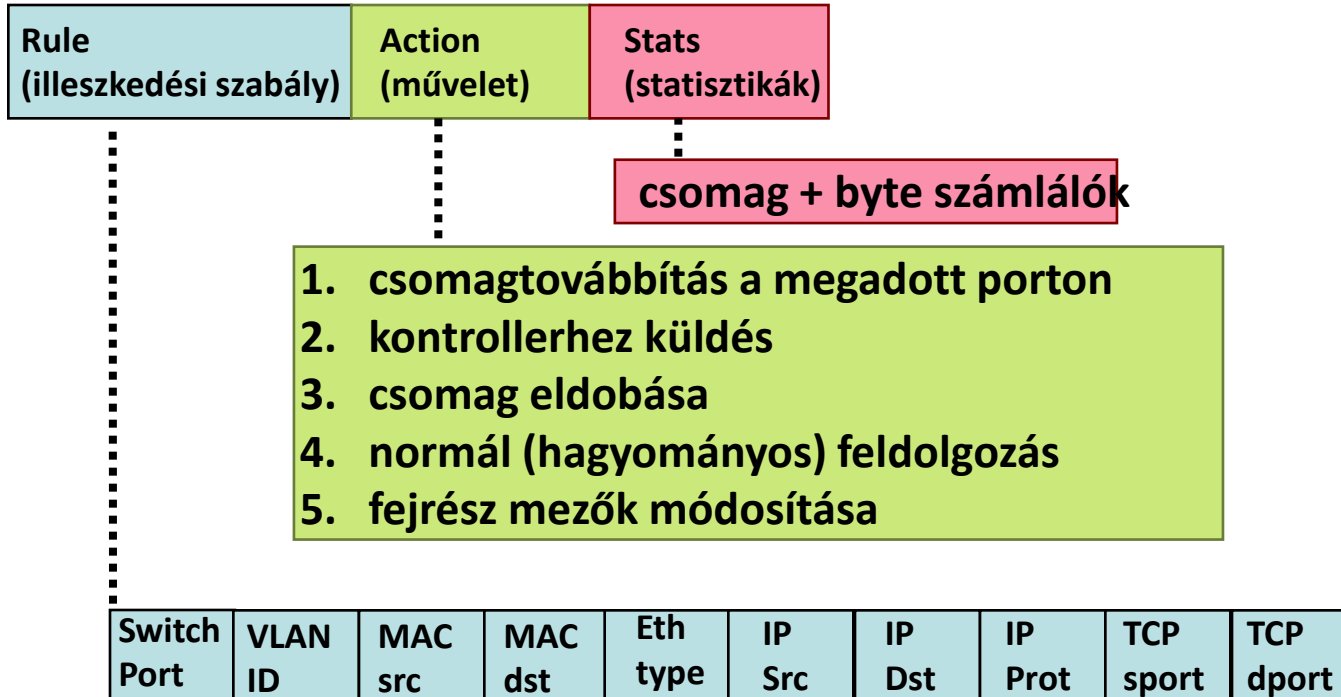
OpenFlow flow tábla absztrakció



BME-TMIT
Controller



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

OpenFlow evolúciója



- **OF v1.0**
 - legelterjedtebb
 - HW-ek is támogatják
- OF v1.1
 - WAN kiterjesztések
 - több folyam tábla (pipeline)
- OF v1.2
 - IPv6
 - általánosított matching
- **OF v1.3**
 - már több gyártó eszköze támogatja (bizonyos halmazát)
 - (sokszor Open vSwitch alapon)
- OF v1.4, v1.5...
- OF v2+ : ?
 - általánosított illeszkedés vizsgálat és műveletek
 - általánosított "instruction set" hálózati műveletekhez

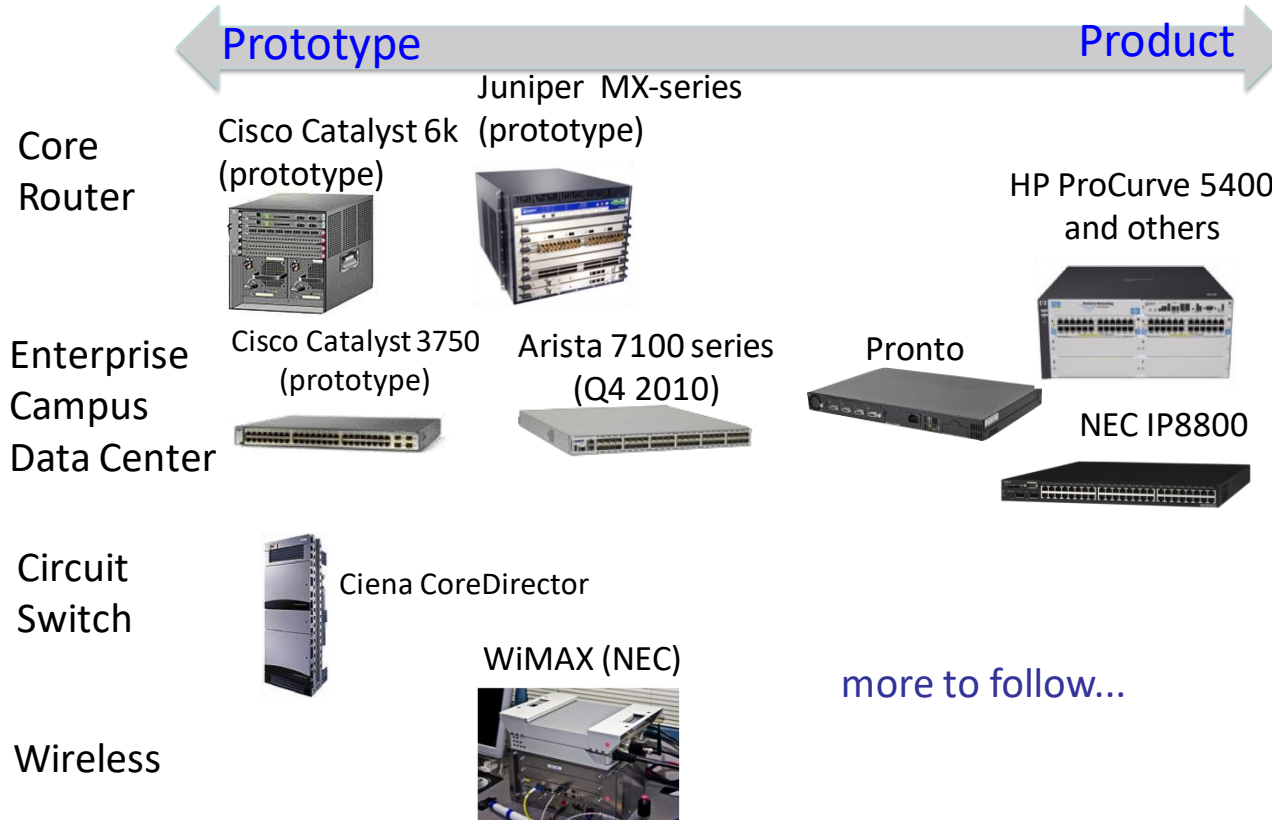
OF switch-ek: Software → Hardware



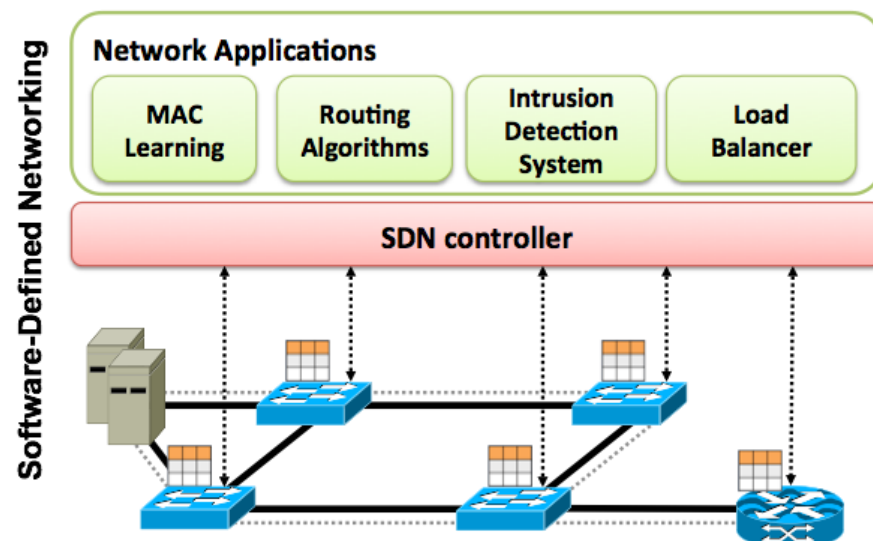
BME-TMIT

- Stanford Referencia implementáció v1.0
- Ericsson, CPqD implementáció v1.1, v1.2, v1.3, v1.4
 - Linux-alapú **szoftver switch (User Space)**
 - hasznos fejlesztéshez & teszteléshez
 - jó alap az egyéb implementációkhoz
- Open vSwitch
 - Linux-alapú **szoftver switch (Kernel Space)**
 - nem csak egy OF switch, virtuális gépek is használják (VirtualBox, XEN, OpenStack)
 - valós HW-ek firmware-e (SW rétege) sokszor Open vSwitch-re épül
- OpenWRT alapú routerek
- NetFPGA kártyák

OF switch-ek: Software → Hardware

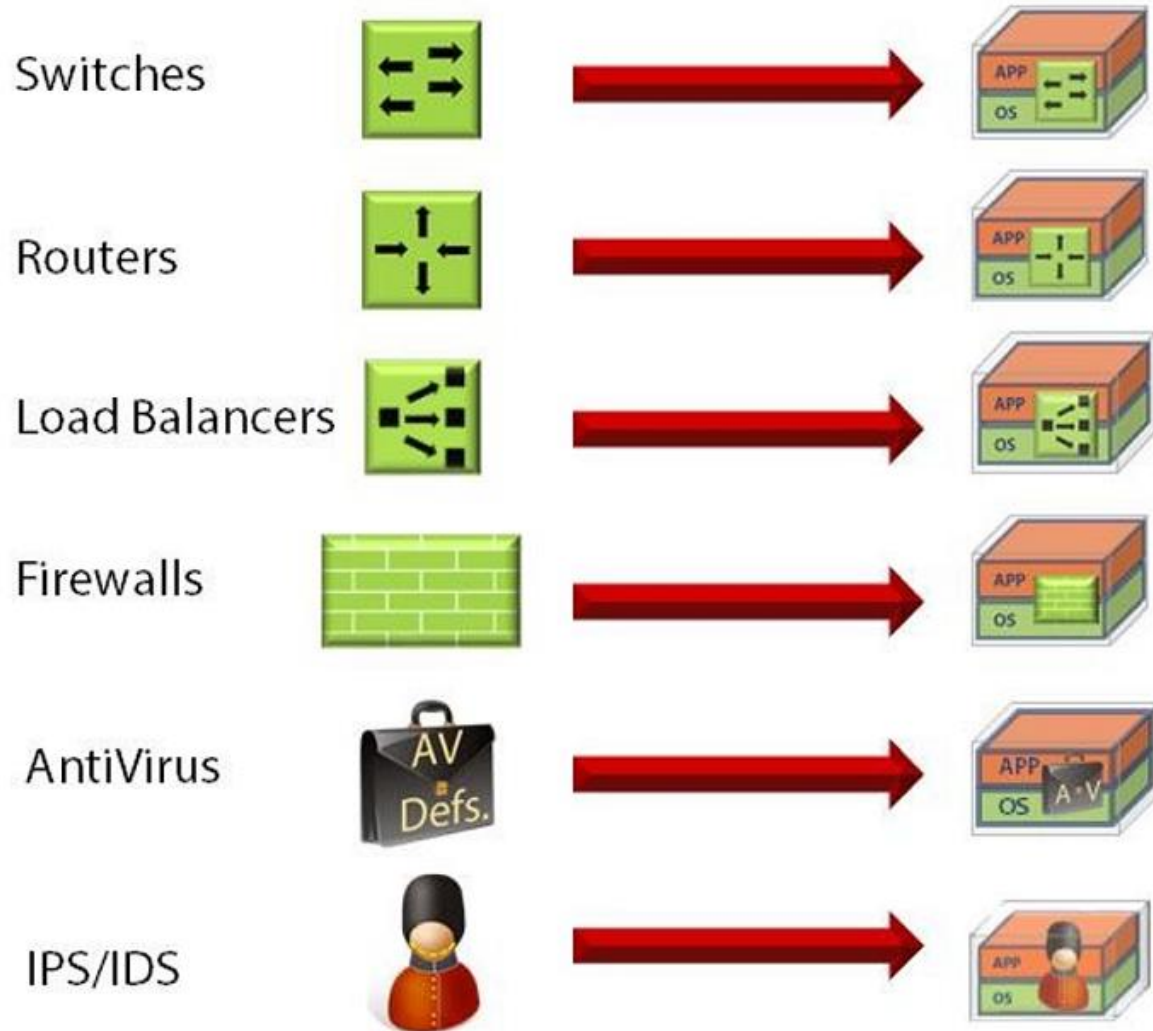


- Mára számos controller platform alakult ki
- programozás
 - különböző szoftver környezetben
 - különböző programozási nyelveken
- különböző célok
- különböző teljesítmény



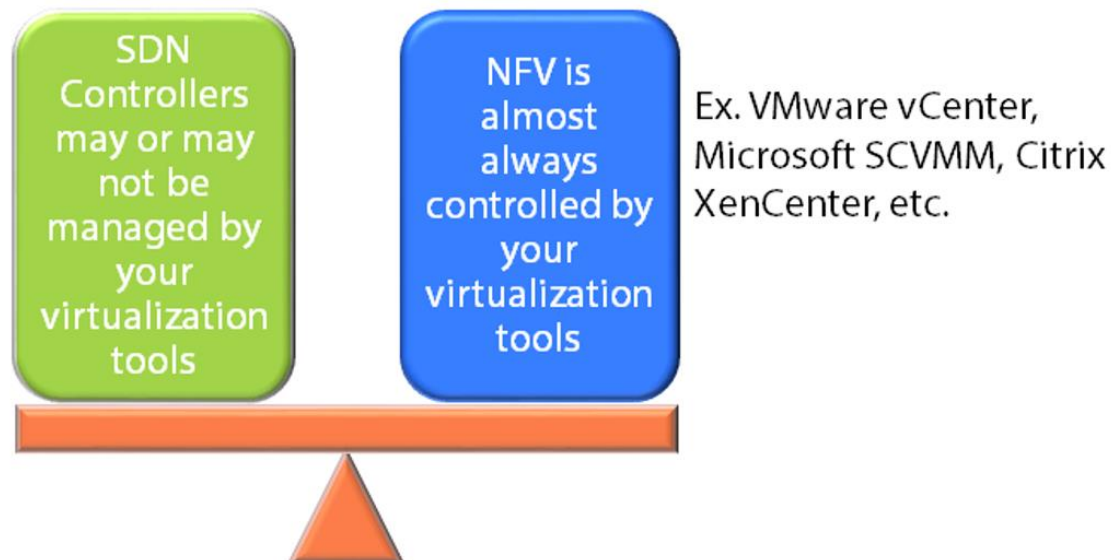
- Network Functions Virtualization
- A következő lépés a virtualizációban
 - A fizikai hálózati eszközöket VM-ként futtatjuk

Mit csinál az NFV



Miben különbözik az SDN az NFV-től

- Az SDN feladata tipukusan eszközök menedzselése és automatikus feladatok megoldása
- Az NFV feladata új hálózati eszközök beállítása
 - SDN-el virtuális és meglévő hardverek menedzselhetők



Az SDN és NFV kapcsolata



- SDN: tradicionálisan fizikai eszközök menedzselésére használjuk
- Az NFV virtuális hálózati eszközök telepítésére való

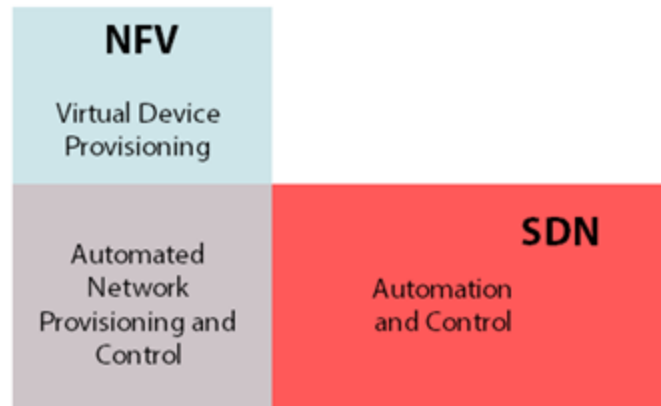
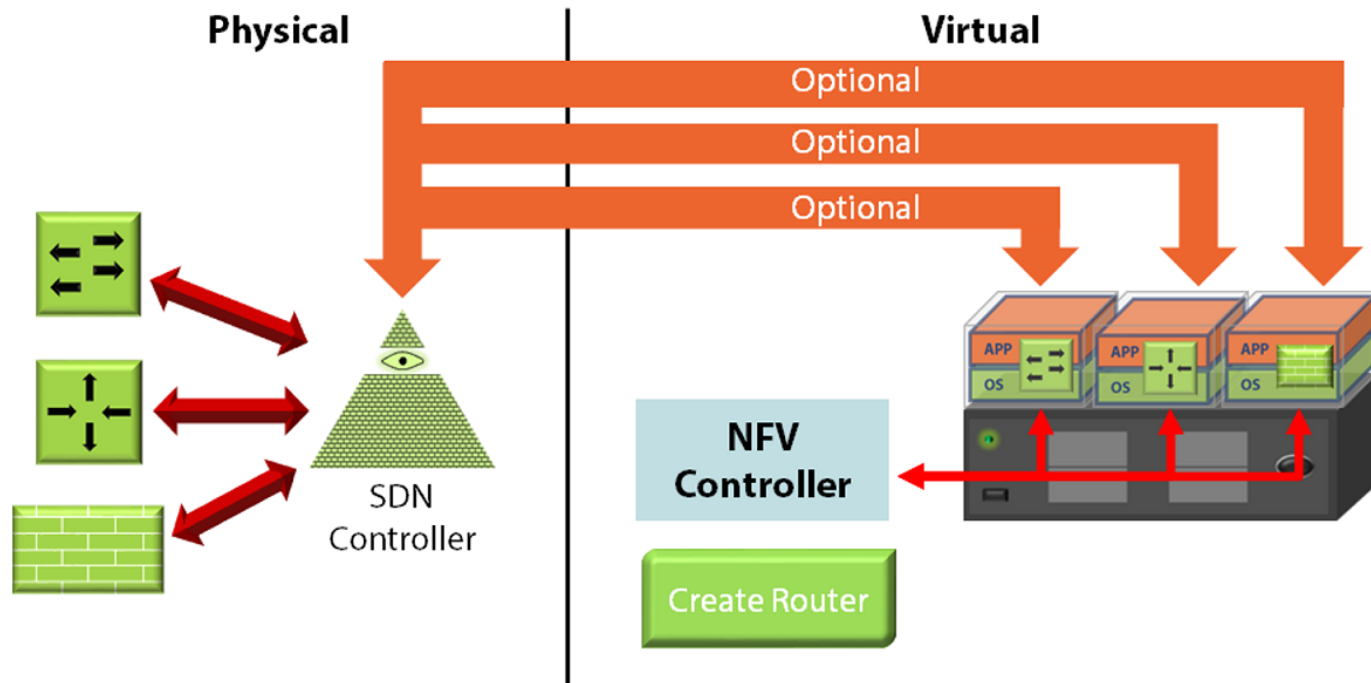


Illustration of SDN vs NFV



VNF példák



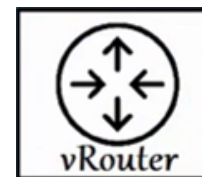
BME-TMIT



IMS VNF



Firewall VNF



Router VNF

Következő lépés: NaaS



BME-TMIT

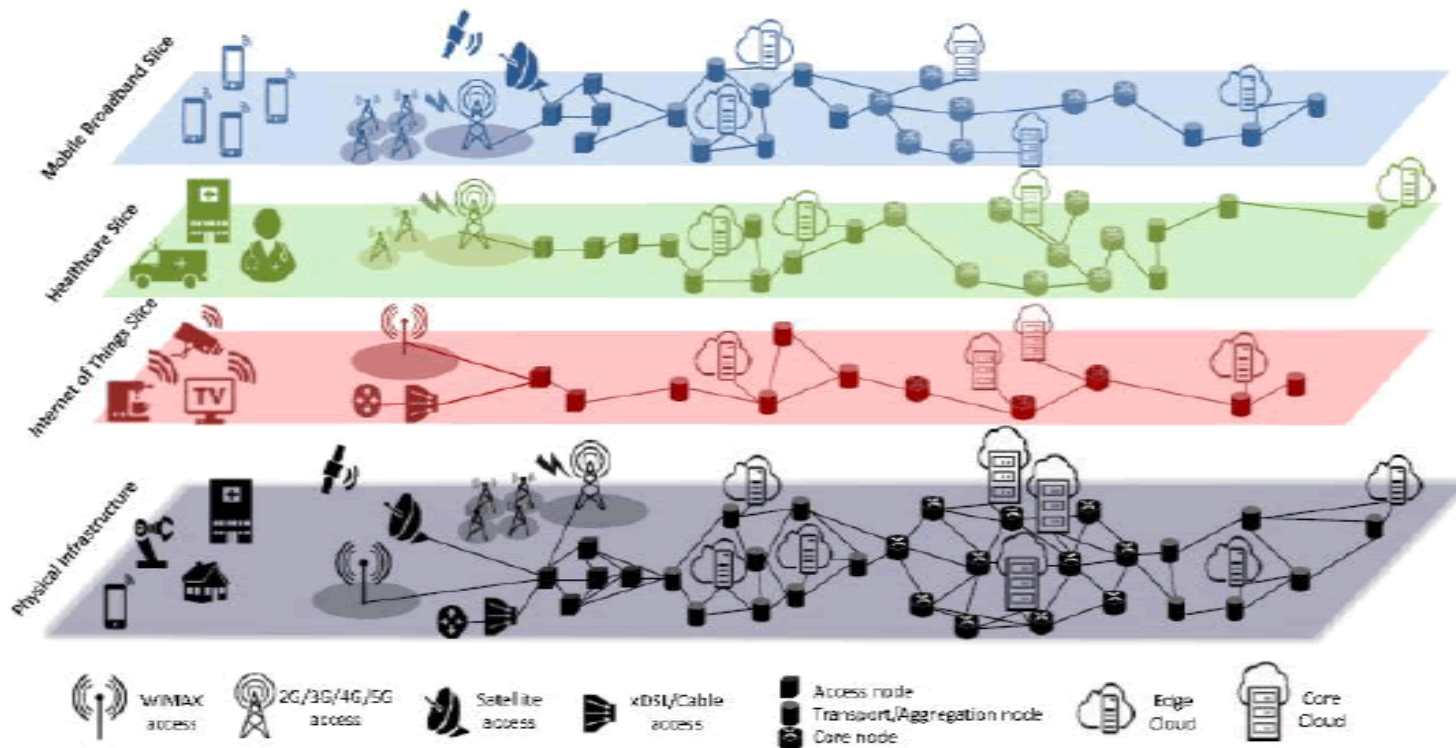
- Network as a Service: szolgáltatás megvalósítási modell
 - Dinamikus, skálázható biztonságos és izolált hálózati hozzáférés több bérlő számára
- Analógia a felhő szolgáltatási világból
 - Software-, Platform-, Infrastructure as a Service

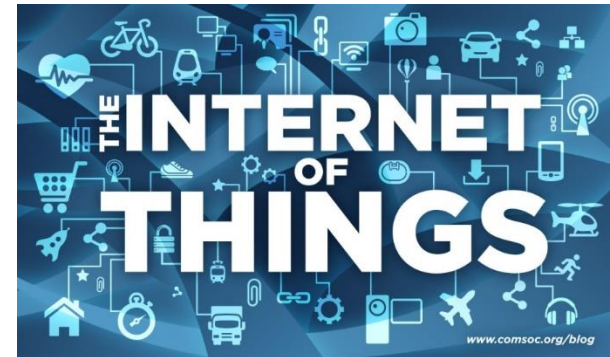


Network Slicing



- Virtuális hálózati funkciók szolgáltatások szerint
 - Ugyanannak a fizikai hálózatnak a „szeletei”
 - Szabványosítás folyamatban





A TÁRGYAK INTERNETE INTERNET OF THINGS (IOT)

DR. VIDA ROLLAND
TÁVKÖZLÉSI ÉS MEDIAINFORMATIKAI
TANSZÉK, BME

Internet (of People)

- A hagyományos Internet is „tárgyakból” áll
 - PC-k, szerverek, útvásztók
- De a végfelhasználó személyek generálják a tartalmat
 - Levelek, dokumentumok, weboldalak, fényképek, stb.
- Az embereknek korlátos az idejük, a figyelmük és a pontosságuk
 - Nem megfelelőek a való világ történéseinek követésére, adatok rögzítésére



Internet of Things (IoT)



BME-TMIT

- **Kevin Ashton** (1999)

- MIT Auto-ID, Procter & Gamble



- **Adatgyűjtés emberi közreműködés nélkül**

- Intelligens, **egyéni azonosítóval ellátott eszközök**

- Szenzorok, okos telefonok, járművek, stb.

- **Monitoroznak és kommunikálnak**

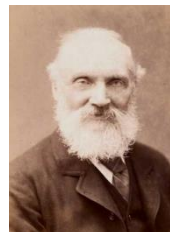
- A begyűjtött adatok felkerülnek a „felhőbe” (hálózat)

- Elemzés, szűrés, aggregáció, adatbányászat

- Értéknövelt szolgáltatások generálása

- **Nem a puszta adat az érték, hanem annak feldolgozása**

- „Ha meg tudsz mérni valamit, és számokkal ki tudod fejezni, akkor tudsz csak igazán róla valamit” – Lord Kelvin



Mit értünk a tárgyak internetén?



BME-TMIT

„Okos dolgok” hálózata

- Mitől „okos” valami?
 - Van CPU-ja, memóriája, szenzorokkal érzékeli a környezetet
 - Képes kommunikálni



Az első IoT eszköz?



BME-TMIT

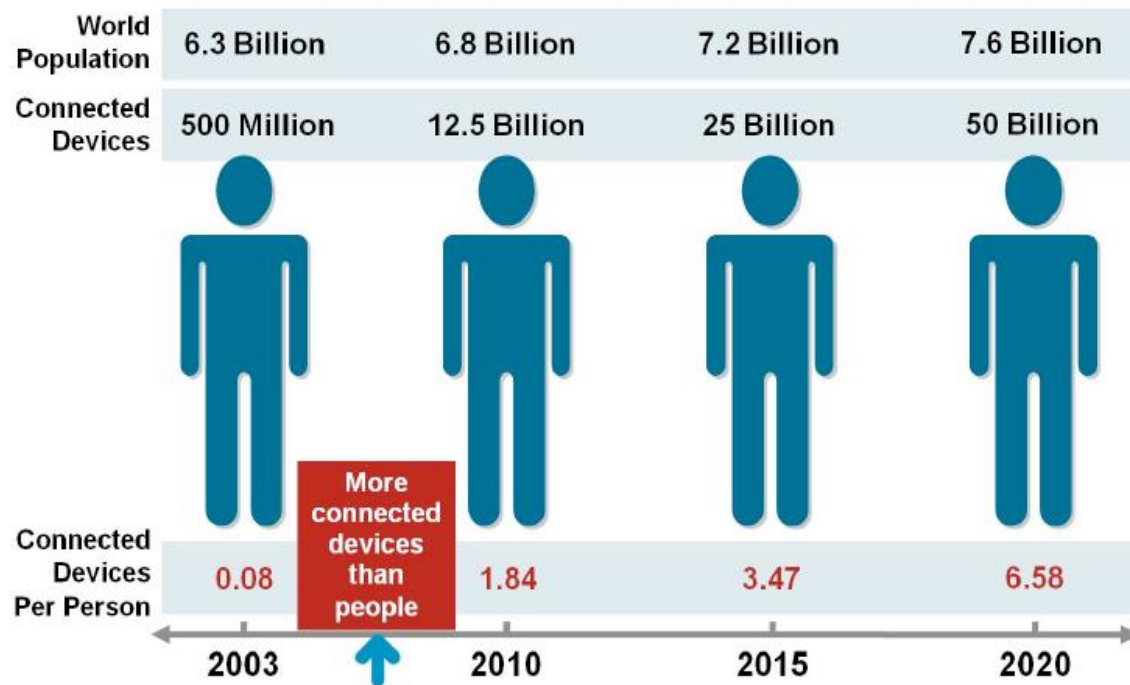
- Egy Coca-Cola automata a Carnegie Mellon University-n (**1982 !!**)
 - 10 centtel olcsóbb volt mint a többi automata
 - Mindenki oda járt, de idegesítő volt a campus másik feléről odasétálni és üresen találni, vagy épp frissen töltött meleg kólával
 - 4 diák - Mike Kazar, David Nichols, John Zsarnay, and Ivor Durham
 - Kössük az Internetre az automatát
 - Lekérdezhető az állapota
 - Égnek-e a rekeszeknek megfelelő Empty lámpák
 - Mennyi idő telt el az utolsó feltöltéstől (lehültek-e már)
 - A legnagyobb forgalmú automata egész Pennsylvania-ban



Hány eszköz?



- Cisco, Ericsson előrejelzések – 50 milliárd eszköz 2020-ra

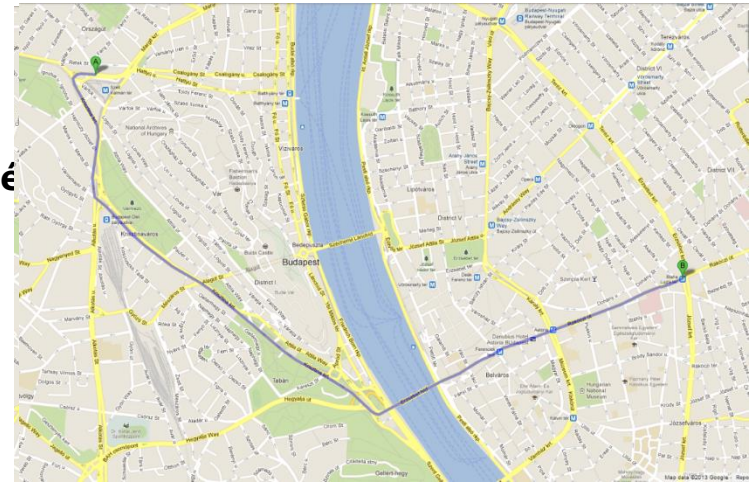


Source: Cisco IBSG, April 2011

- Ubiquitous networking / computing
 - Mindenütt jelenlevő hálózatok
 - Mark Weiser, Xerox Palo Alto Research Center, 1998
- Pervasive networks
 - Mindent átható, átszövő hálózatok
- Everyware
- Disappearing computing
- Ambient networks and services
 - A felhasználót körülölelő hálózatok és szolgáltatások
- Internet of Everything (Cisco)



- **Kontextus-függő, személyre szabott alkalmazások és szolgáltatások**
 - **Merre menjek a Blaháról a Széll Kálmán térre?**
 - **Nem mindig a legrövidebb útvonal a legjobb**
 - **A kontextustól függ**
 - **Éjjel, gyalog - a biztonság a fontos**
 - **Nappal, biciklivel – a legtöbb bicikli sáv**
 - **Csúcsforgalomban, autóval – a legkisebb forgalom**
 - **Csúcsforgalomban, gyalog – a legjobb levegő minőség**
 - **Hideg téli időben, gyalog – a legkevésbé szeles út**
 - ...



Mire jó?



BME-TMIT



<https://www.youtube.com/watch?v=i5AuzQXBsG4>

Privacy (gubójog, önnöntér)



Az emberek alapvetően nem szeretik a „Nagy testvért”



Viszont ha hasznos szolgáltatásokat kapnak, elfelejtik a félelmüket

- Az IoT elemei nagyon heterogének

- Komoly erőforrásokkal rendelkező eszközök

- **Okos telefonok, autók, okos kóla automata**
- Folyamatos tápellátás, vagy könnyen újratölthető akkumulátor
- Nincs méretkorlátozás
- Nagy számítási kapacitás, sok memória
- Többfajta rádiós vagy vezetékes kommunikációs interfész, közvetlen csatlakozás az internetre



- Korlátozott erőforrásokkal rendelkező eszközök

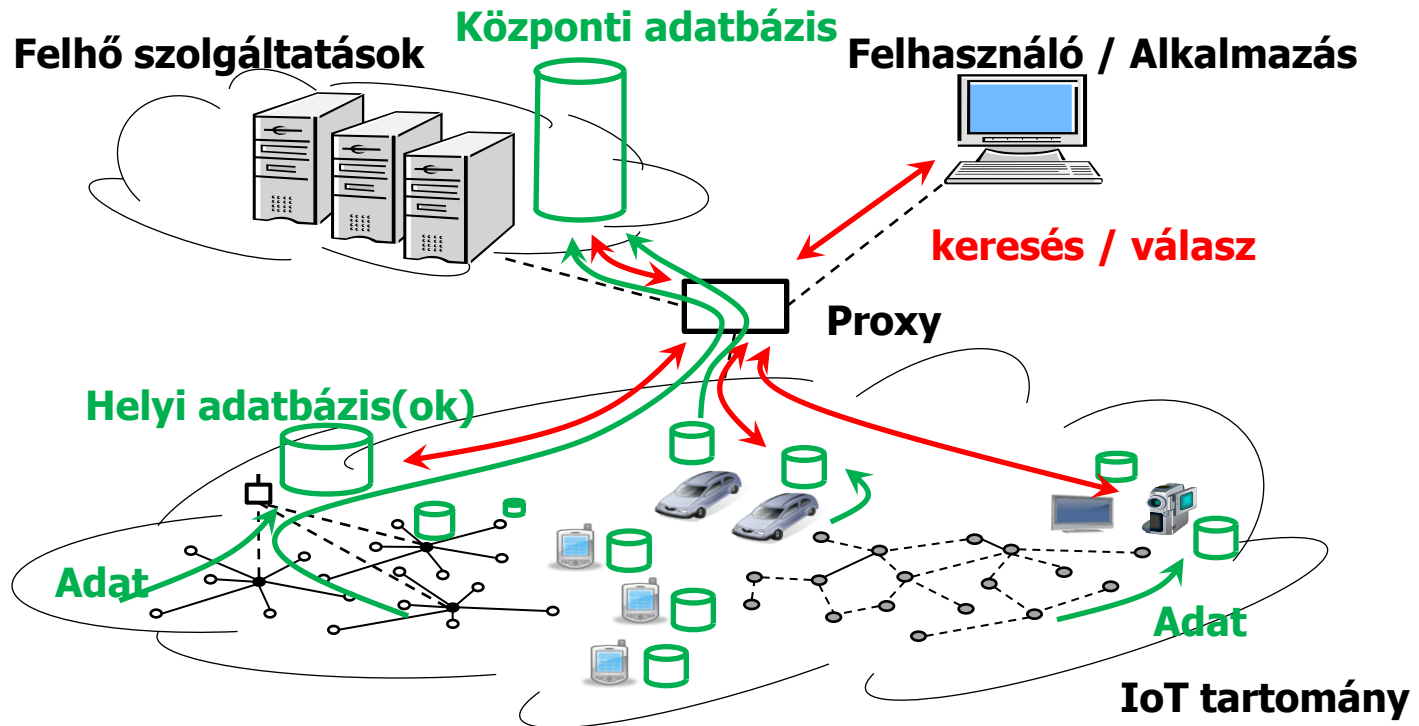
- **Szenzorok**
- Korlátozott CPU, memória, **nagyon korlátozott energia**
- Általában csak egy rádiós interfész, az is alvó állapotban az idő nagy részében
- Nincs közvetlen csatlakozás az Internetre



- A korlátozott erőforrású eszközöknek is biztosítani kell a hálózati elérést
 - Elküldhessék az adataikat (a felhőbe)
 - Lekérdezhetőek legyenek távolról
- Többugrásos (multi-hop) kommunikáció és útválasztás (routing)
 - A hagyományos routing alkalmazások túl sok erőforrást igényelnek
 - Cél a gyors, megbízható adatátvitel
- **LLN – Low Power and Lossy Networks**
 - Alapvetően megbízhatatlan kapcsolatok, kis átviteli sebesség, nagy csomagvesztés
 - Kis teljesítményű antennák, barátságtalan környezet (eső, hó, fagy, stb.), interferenciák, mobilitás
 - Cél az energiahatékonyság, nem a kommunikáció hatékonysága
 - Nem gond, ha nincs folyamatos kapcsolat, vagy ha elvesznek csomagok
 - Felügyelet nélküli működés éveken keresztül – self-configuration, self-management

- **Tudok adatokat gyűjteni, és kommunikálni. Más feladat?**
 - **Hol tárolom el a begyűjtött nyers adatokat?**
 - **Hogyan dolgozom fel őket?**
 - Szűrés, aggregálás, korrelációs elemzés, stb. – Big Data
 - **Hogyan csatolom vissza az információt az IoT-be?**
- Az IoT eszközök nem tudják hosszú távon tárolni, feldolgozni az adataikat
 - Korlátozott memória (RAM, Flash), CPU, energia
- **De tényleg küldjük ki mindent a felhőbe?**
 - A rádiós kommunikáció nagyon sok energiába kerül
 - Célszerű egy előfeldolgozást és aggregálást helyben elvégezni
 - A mérés és az adatküldés két külön feladat
 - Mélni az alkalmazás igényei szerint kell
 - Adatküldés az erőforrások alapján optimalizálva

- Adatok a felhőben, de az IoT tartományban is

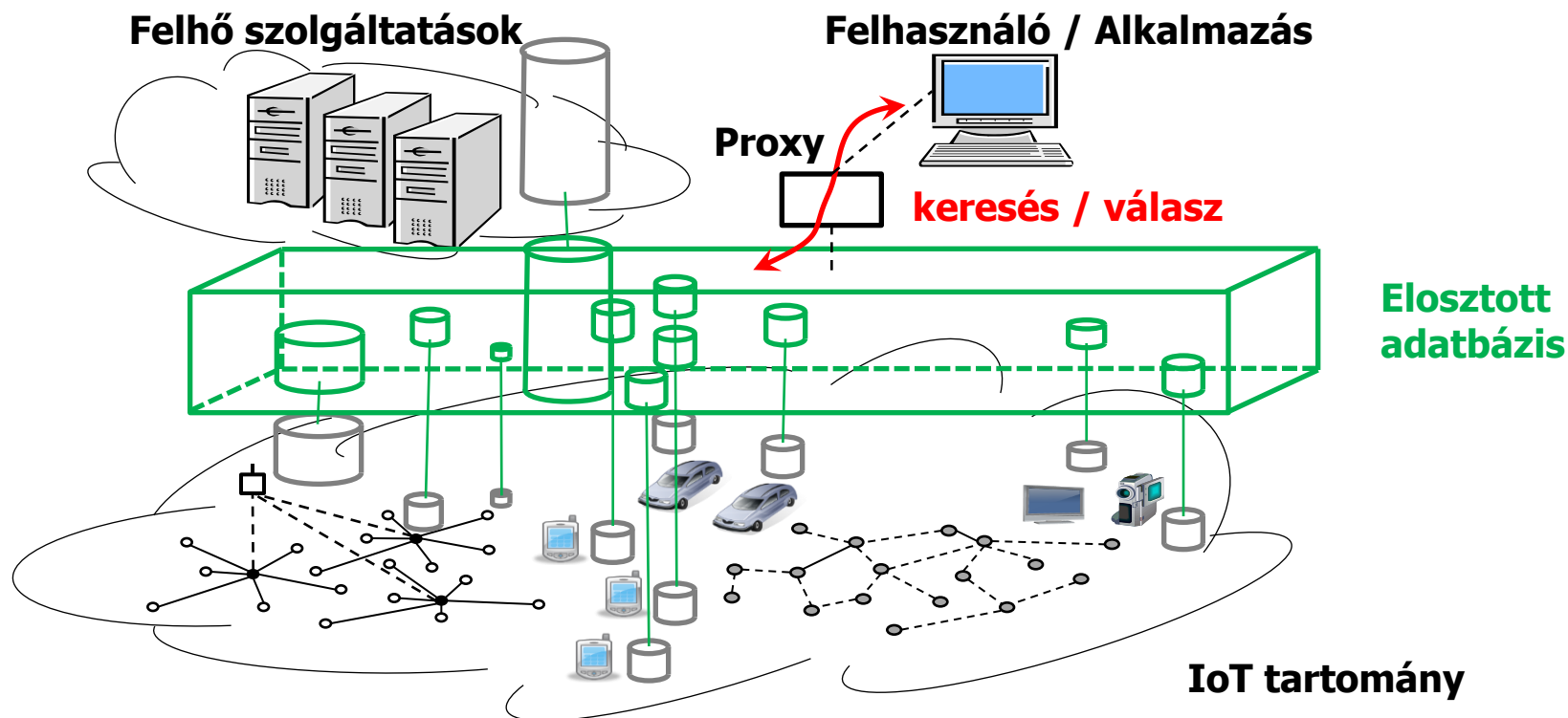


IoT vs. Cloud



BME-TMIT

- Elosztott adatbázis a felhő és az IoT tartomány között



Köszönöm a figyelmet!



BME-TMIT

