P4 HASZNÁLATA AZ ÚJGENERÁCIÓS HÁLÓZATOKBAN

VÖRÖS PÉTER

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Projektek

- P4Pi
  - P4 programozható
  - Olcsó, hozzáférhető hardver
  - Oktatási cél
- Hibrid P4-alapú 5G implementáció
  - UPF
  - gNodeB
- P4-ben implementált AQM kiértékelő környezet

National Research, Development and Innovation Office
Hungary

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

P4Pi – P4 programozható olcsó hardver

- RaspberryPi mint P4 router
  - Megfizethető
  - Széles körben hozzáférhető
- Funkciók
  - P4 kódfeltöltés
  - Tábla operációk (beszúrás, törlés)
  - Counter / meter lekérdezés
- T4P4S P4 fordító használatával
- Router szerű kezelőfelület

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

P4Pi – P4 programozható olcsó hardver

- **2021 ONF - P4 Workshop**
- **2021 ACM Sigcomm - Hackathon**
- Laki Sándor
- Kis Dávid
- University of Oxford
  - Noa Zilberman
  - Radostin Stoyanov
- Yale
  - Robert Soulé

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Hibrid P4-alapú 5G implementáció

- 5G User plane functions (UPF)
  - Az 5G core hálózati funkcionalitás
  - L2/Ethernet és virtualizáció
  - QoS támogatás
  - Tűzfal
  - GTP en-/dekapszuláció és IPv4 routing
- gNodeB
  - Bázisállomás
  - GTP, RLC+PDCP en-/dekapszuláció
  - Csomagklónozás
  - Encryption/Decryption
  - Bufferelés

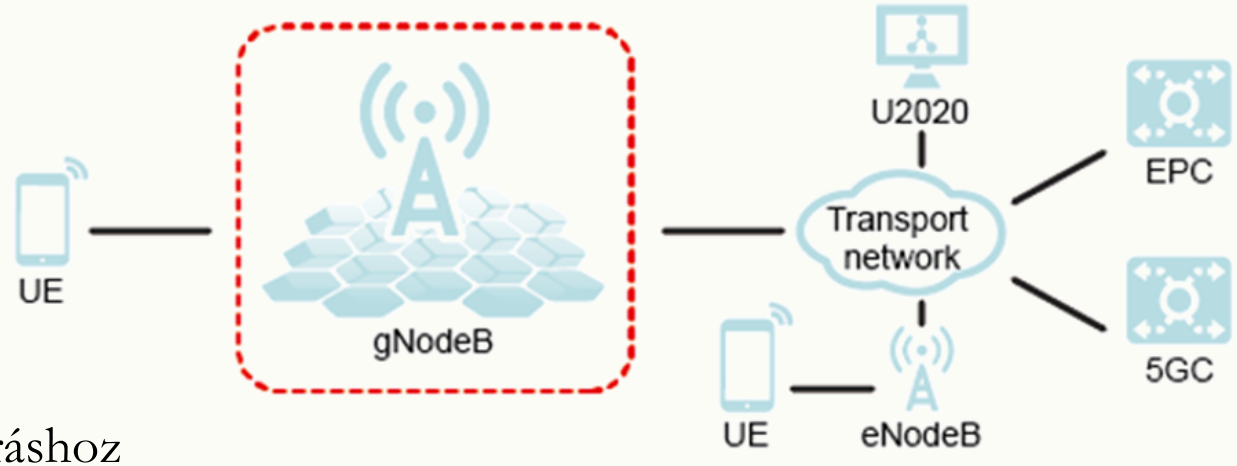
NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Hibrid P4-alapú 5G implementáció

Limitációk

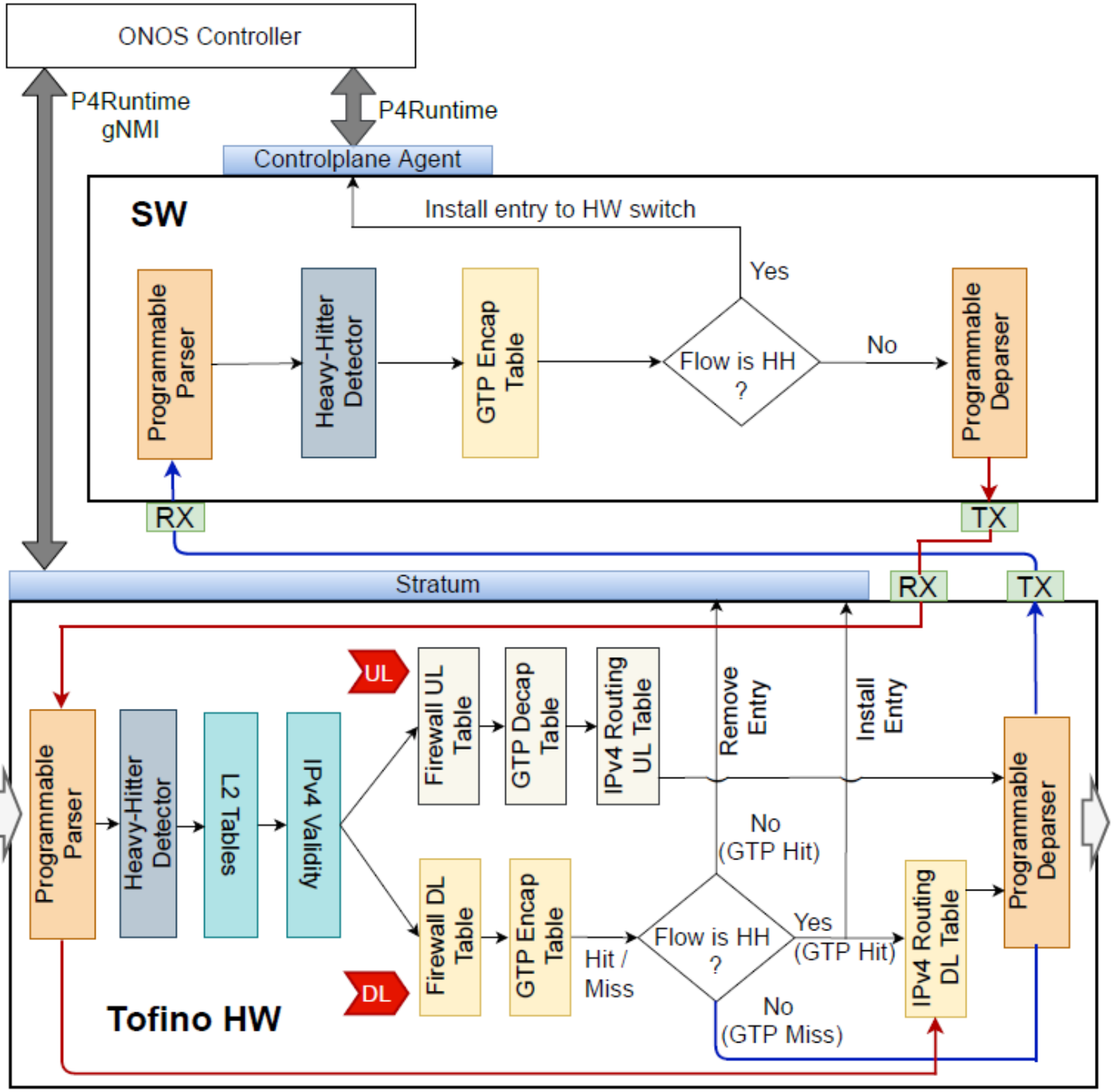
- ASIC
  - Limitált memória
  - Osztás szorzás problémás
  - Fix számú stage
  - Többszöri hozzáférés ugyanahhoz az erőforráshoz
- SmartNIC
  - Tábla lookup performancia probléma
  - Komplex feldolgozások során megnövekedhet a késleltetés
- P4
  - Bufferelés
  - Várakoztatás
  - Időzítés



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

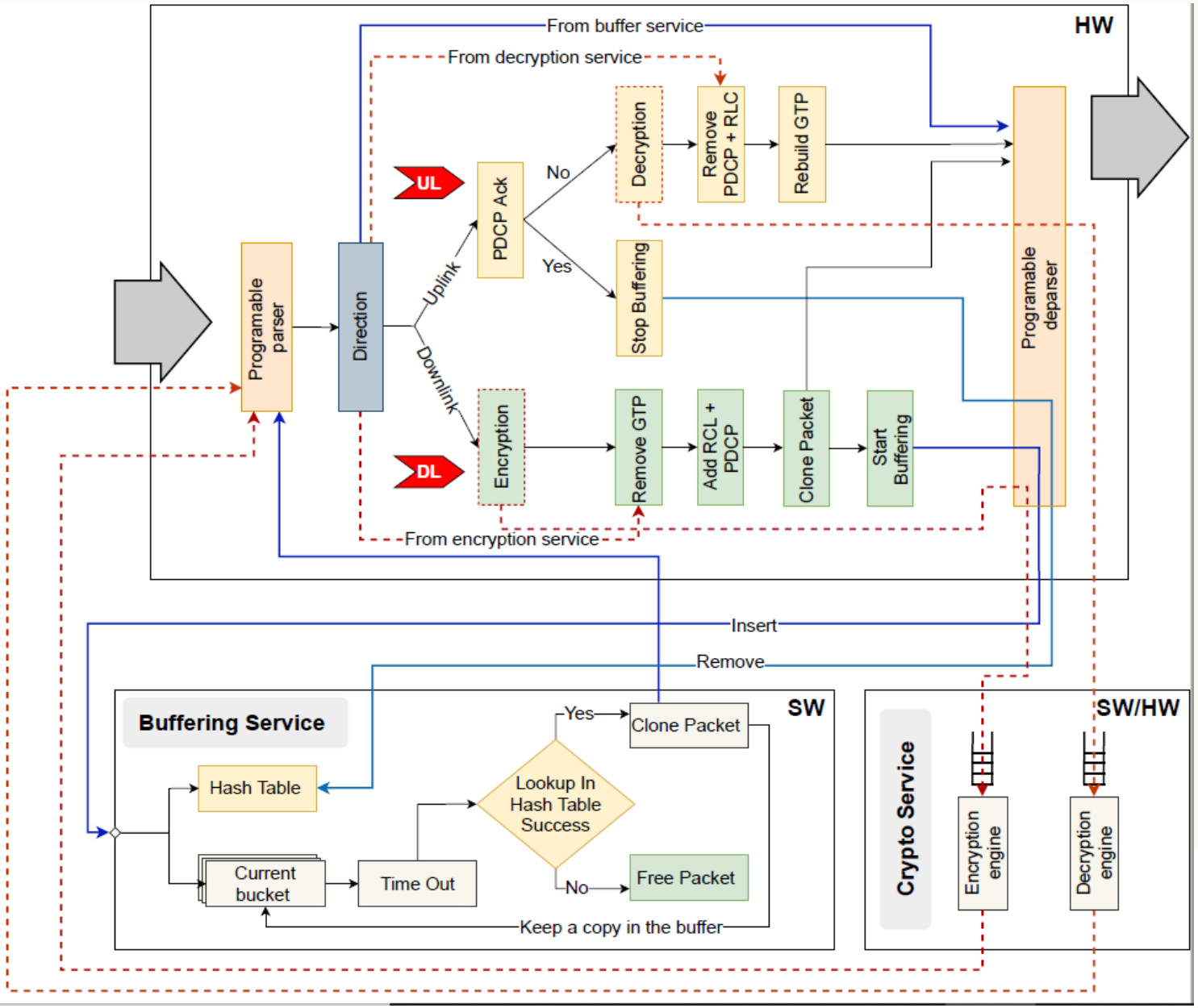
User plane functions



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

gNodeB



NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Hibrid P4-alapú 5G implementáció

- Hibrid-UPF: switch ASIC és x86
  - Tofino + DPDK
- Hibrid-UPF: SmartNIC és x86
  - NetFPGA + DPDK
- Hibrid gNodeB
  - Tofino + DPDK

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Hibrid P4-alapú 5G implementáció

- **IEEE Transactions on Mobile Computing (Q1)**
- Laki Sándor
- Ericsson Research
  - Pongrácz Gergely
- University of Campinas
  - Christian Esteve Rothenberg
  - Suneet Singh
- Karlstad Egyetem
  - Andreas Kassler

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

P4-ben implementált AQM kiértékelő környezet

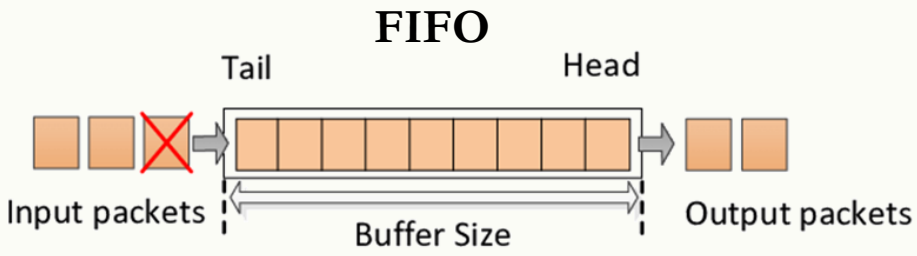
- AQM - Aktív sorkezelési algoritmusok
- Legfontosabb feladat
  - Nagysebességű AQM kiértékelő környezet
  - Algoritmusok P4-ben implementálhatóságának vizsgálata
- Forgalomgenerálás
- Mesterséges torlódás kialakítás
- Válaszidő módosítás

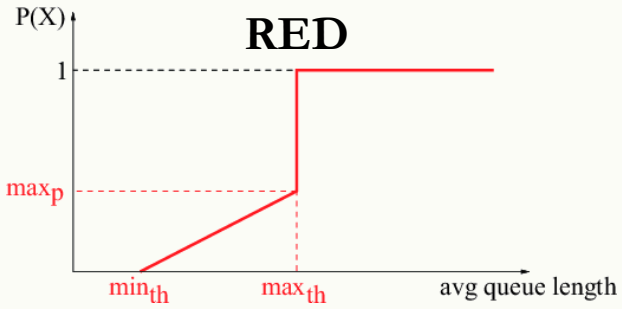
NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

P4-ben implementált AQM kiértékelő környezet

- Algoritmusok
  - FiFo
    - Ha tele a sor csomagdobás
  - Red – Random early detection
    - A sorméret alapján dobási valószínűség
    - Több variáns: sred, fred, stb..
  - Global Synchronization Protection (GSP)
    - Dobás után bizonyos ideig vár és nem dob újra
    - Több variáns: alap, adaptív, késleltetés alapú

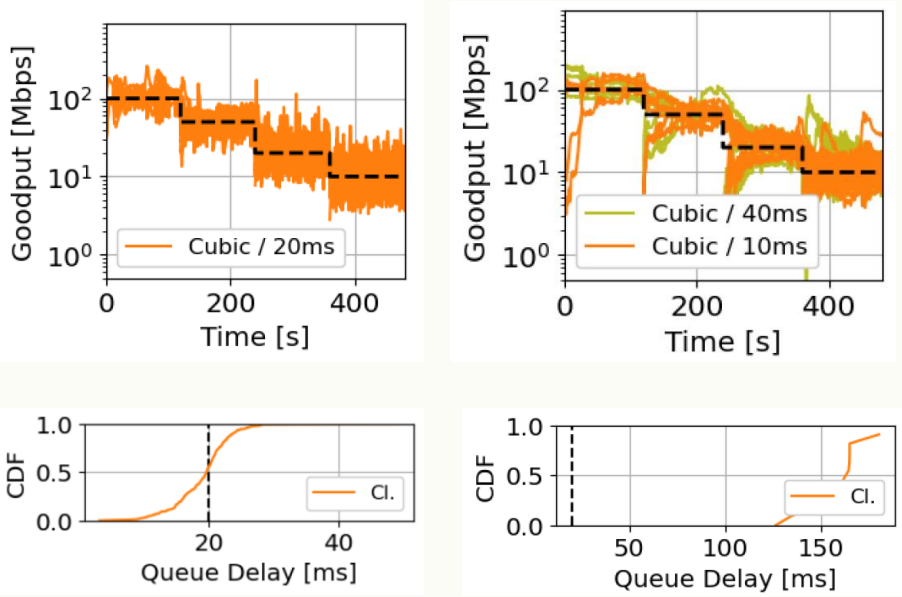




NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

P4-ben implementált AQM kiértékelő környezet



Folyamatban MDPI Electronics (Q2)

- Laki Sándor
- Kiss Dávid
- Dhulfiqar A. Alwahab

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

További publikációk

- Megjelent
  - Laki, S., Stoyanov, R., Kis, D., Soulé, R., Vörös, P., & Zilberman, N. (2021). P4Pi: P4 on Raspberry Pi for networking education. *ACM SIGCOMM Computer Communication Review*, *51*(3), 17-21.
  - Laki, S., Györgyi, C., Pető, J., Vörös, P., & Szabó, G. (2022). In-Network Velocity Control of Industrial Robot Arms.
  - Györgyi, C., Kecskeméti, K., Vörös, P., Szabó, G., & Laki, S. (2021). In-network Solution for Network Traffic Reduction in Industrial Data Communication. In *2021 IEEE 7th International Conference on Network Softwarization (NetSoft)* (pp. 191-195). IEEE.
- Beküldött
  - Radio Propagation Digital Twin Aided Multi-Point Transmission with In-network Dynamic On-Off Switching
- Írás folyamatban
  - Adaptive Network Traffic Reduction on the Fly with Programmable Data Planes
  - NetReact: Distributed Event Detection in Sensor Data Streams with Disaggregated Packet Processing Pipelines

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND

Köszönöm a figyelmet!

NATIONAL RESEARCH, DEVELOPMENT AND INNOVATION OFFICE
HUNGARY

PROGRAM FINANCED FROM THE NRDI FUND