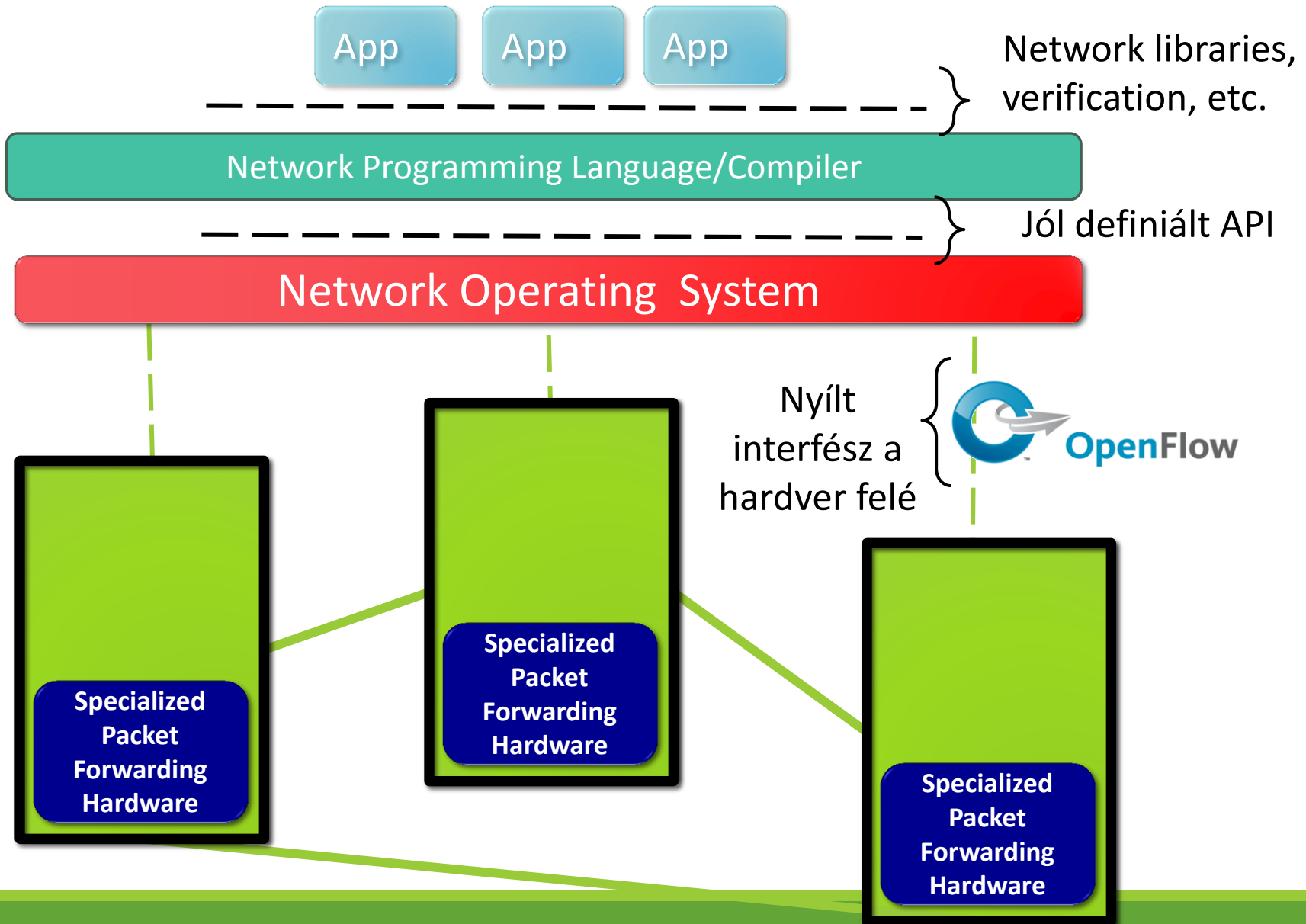


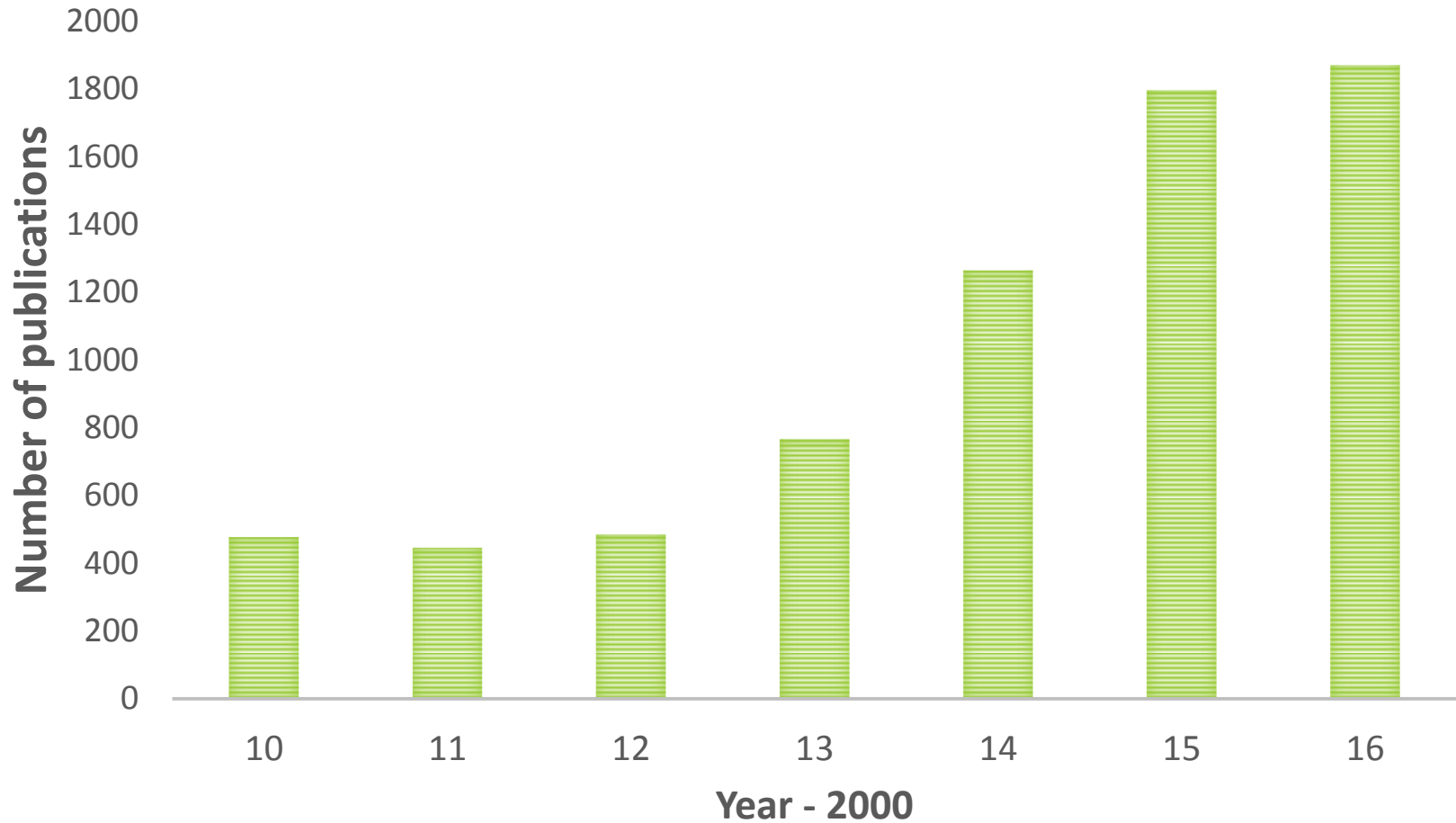
NetKAT - Formális rendszer hálózatok verifikálásához

NÉMETH BALÁZS, 2016. 12. 08.

Software Defined Networking



"SOFTWARE DEFINED NETWORKING" SEARCH IN IEEE XPLORE



Reference/Outline

NetKAT - A Formal System for the Verification of Networks

Dexter Kozen

Cornell University, Ithaca, NY, USA, 2014

kozen@cs.cornell.edu

<http://www.cs.cornell.edu/kozen>

KA

KAT

NetKAT

Examples

Ismétlés: Mit szeretnénk elérni?

**NetKAT axiómákkal
hálózat leírás**

**Állítás/kérdés
megfogalmazása**

Rendszer modellje

Követelmény megadása

Automatikus
modellellenőrző

OK

Ellenpélda

i

n

$$(K, +, \cdot, *, 0, 1)$$

Kleene Algebra axiómák

Asszociatív	■ $p + (q + r) = (p + q) + r$	■ $p(qr) = (pq)r$
Kommutatív	■ $p + q = q + p$	
Disztributív	■ $p(q + r) = pq + pr$	■ $(p + q)r = pr + qr$
Identitás	■ $1 \cdot p = p \cdot 1 = p$	Annihilálás ■ $p \cdot 0 = 0 \cdot p = 0$
Semlegesség	■ $p + 0 = p$	

KA with Tests aximómák $(K, B, +, \cdot, *, \bar{}, 0, 1)$

Asszociatív	$\blacksquare p + (q + r) = (p + q) + r$	$\blacksquare p(qr) = (pq)r$
Kommutatív	$\blacksquare p + q = q + p$	
Disztributív	$\blacksquare p(q + r) = pq + pr$	$\blacksquare (p + q)r = pr + qr$
Identitás	$\blacksquare 1 \cdot p = p \cdot 1 = p$	Annihilálás $\blacksquare p \cdot 0 = 0 \cdot p = 0$
Semlegesség	$\blacksquare p + 0 = p$	
Idempotencia	$\blacksquare p + p = p$	\leq -definíció $\blacksquare q \leq p \iff p = x + q$
-definíció	$\blacksquare 1 + pp^ \leq p^*$	Megoldás korlát $\blacksquare q + px \leq x \implies p^*q \leq x$
	$\blacksquare 1 + p^*p \leq p^*$	$\blacksquare q + xp \leq x \implies qp^* \leq x$
	$\blacksquare a + bc = (a + b)(a + c)$	$\blacksquare ab = ba$
Bool algebra	$\blacksquare a + 1 = 1$	$\blacksquare a + \bar{a} = 1$
	$\blacksquare a\bar{a} = 0$	$\blacksquare aa = a$

KAT – imperatív nyelv modellezés

$$p ; q = pq$$

$$\text{if } b \text{ then } p \text{ else } q = bp + \bar{b}q$$

$$\text{while } b \text{ do } p = (bp)^* \bar{b}$$

NetKAT axiómák

$x \leftarrow n$ (assignment)

$x = n$ (test)

dup (duplication)

$$x \leftarrow n ; y \leftarrow m = y \leftarrow m ; x \leftarrow n \quad (x \neq y)$$

$$x \leftarrow n ; y = m = y = m ; x \leftarrow n \quad (x \neq y)$$

$$x = n ; \mathbf{dup} = \mathbf{dup} ; x = n$$

$$x \leftarrow n ; x = n = x \leftarrow n$$

$$x = n ; x \leftarrow n = x = n$$

$$x \leftarrow n ; x \leftarrow m = x \leftarrow m$$

$$x = n ; x = m = 0 \quad (n \neq m) \quad \mathbf{drop} = 0$$

$$\left(\sum_n x = n\right) = 1 \quad \mathbf{pass} = 1$$

Pl.: $switch = 6 ; port = 8 ; dest \leftarrow 10.0.1.5 ; port \leftarrow 5$

NetKAT szemantika

- „+” operátor eltér a KAT szemantikájától
 - Konjunktív, a diszjunktív értelmezés helyett!
 - Így is „Sound and complete”

- NetKAT kifejezés:

- Csomag változását írja

$$\pi_1 :: \pi_2 :: \dots :: \pi_k$$

- Mintaillesztés a „packet history”-ra

- NetKAT feladat:

- Hálózati viselkedés leírás
 - Kérdés/policy megfogalmazás
 - Megoldó lefuttatása

PI1.: Reachability

- Link leírás
- Switch leírás
- Hálózat leírás
- Kérdés
- A-ból el lehet-e jutni B-be?

switch = A ; t(pt) ; switch = B*

PI2.: Waypointing

- Link leírás
 - Switch leírás
 - Hálózat leírás
 - Kérdés
- A-ból B-be átmegy-e minden F-en?

$switch = A ; t(pt)^* ; switch = B$

$\leq switch = A ; t(pt)^* ; switch = F ; dup ; p_F ; t(pt)^* ; switch = B$

?

Alkalmazások

- Komplexebb példák
 - Traffic isolation
 - Forwarding loop
 - All-pair reachability
- SDN nyelv verifikálás
 - SDN nyelv -> compiler -> OpenFlow szabályok
 - Tényleg azt csinálja-e, amit leírtunk?

Implementation & Evaluation

- Implemented in Ocaml language
- Integrated into the Frenetic SDN controller software suite
- „Sound and complete”
- Faster than a SAT Solver
 - Equation solution approach

Összefoglalás

- SDN – ezmié? miért?
- NetKAT cikk – SVV kapcsolat
- Reguláris kifejezés algebra
- Procedurális nyelv algebra
- Saját NetKAT algebra
- NetKAT példák
 - Hálózat leírás
 - Reachability
 - Waypointing