FAKULTA APLIKOVANÝCH VĚD
ZÁPADOČESKÉ UNIVERZITY
V PLZNI

KATEDRA
KYBERNETIKY

Stephanie Forrest



Západočeská Univerzita V Plzni
Katedra Kybernetiky
Semestrální práce - HKUI

Tomáš Rychetský
31. semestr
9. prosince 2025

1 Úvod

Stephanie Forrest patří mezi významné představitele interdisciplinárního výzkumu, který spojuje informatiku, biologické vědy, kybernetickou bezpečnost a studium komplexních adaptivních systémů. Její vědecká kariéra ukazuje, že výpočetní systémy nemusí být pouze deterministické konstrukty (pevně naprogramované stroje), ale mohou čerpat z principů života, jako je například evoluce, imunitní obrana, adaptivní chování a samoopravné mechanismy [1, 2].

Tato práce poskytuje přehled její akademické dráhy, hlavních výzkumných oblastí a významu její práce pro současné chápání umělé inteligence a bezpečnostních technologií.

2 Životopis a akademická dráha

Stephanie Forrest vystudovala St. John's College, kde získala bakalářský titul v roce 1977. Následně pokračovala na University of Michigan, kde dokončila magisterské studium v roce 1982 a doktorát v oboru Computer and Communication Sciences v roce 1985. Její raná kariéra zahrnovala působení ve výzkumné společnosti Teknowledge, Inc. v Palo Alto (1985–1988), která jí umožnila propojit teoretické poznatky z dob studia s aplikovaným výzkumem [3].

V letech 1988–1990 působila jako postdoktorandka v Center for Nonlinear Studies v Los Alamos National Laboratory, kde se začala naplno věnovat tématům souvisejícím s komplexními systémy. Roku 1990 nastoupila na University of New Mexico (UNM), kde během následujících desetiletí zastávala pozice od odborné asistentky až po řádnou profesorku a později předsedkyni katedry informatiky (2006–2011) [3]. Od roku 2001 působila také na katedře biologie v rámci tzv. secondary appointment, což ukazovalo její zájem o propojení informatiky s procesy probíhajícími u organismů [4].

V roce 2017 přestoupila na Arizona State University (ASU), kde dnes působí jako profesorka informatiky a současně ředitelka Biodesign Center for Biocomputing, Security and Society [2]. Dlouhodobě je rovněž spojena se Santa Fe Institute, kde zastávala různé vědecké i poradní funkce a podílela se na utváření výzkumu komplexních systémů [1].

3 Hlavní směry vědeckého výzkumu

Výzkumná oblast Stephanie Forrest je poměrně široká, ale spojuje ji společná myšlenka: přenášení principů z biologických systémů do výpočetní techniky a jejich využívání ke zvyšování bezpečnosti, adaptability a odolnosti technologií. Mezi nejvýznamnější oblasti její práce patří:

3.1 Biologicky inspirované a umělé imunitní systémy

Jedním z jejích nejvlivnějších přínosů je spolupráce na konceptu umělých imunitních systémů, které napodobují schopnost biologického imunitního systému rozlišovat mezi normálním chováním počítače („self“) a nežádoucího či cizorodého („non-self“). Tyto metody je možné uplatnit zejména v detekci anomálií, identifikaci útoků a ochraně systémů v prostředí, kde se hrozby rychle vyvíjejí (počítačová bezpečnost). Tento přístup se vyznačuje distribuovaností, adaptivitou a možností dlouhodobého učení [4, 5, 6].

3.2 Evoluční výpočet a genetické programování

Významně také přispěla k teorii a metodám evolučních algoritmů. Zajímala se o jejich chování, efektivitu a o to, jak mohou nalézt řešení ve složitých prostředích s mnoha možnostmi. Spolupracovala na projektech, které prokázaly, že evoluční algoritmy mohou generovat kvalitní, tzv. human-competitive, řešení složitých problémů, za což také dostala ocenění [3, 7].

3.3 Automatická oprava softwaru a spolehlivost systémů

Další oblastí její práce jsou metody automatické opravy softwaru. Forrest se podílela na vývoji nástrojů, které dokáží analyzovat chování programů, identifikovat chyby a automaticky navrhovat opravy. Tyto přístupy mají klíčový význam pro vývoj samoopravných systémů a zvyšování spolehlivosti rozsáhlých softwarových projektů [3, 7, 8].

3.4 Interdisciplinární modely a společenský přesah

Kromě technických témat se Forrest věnovala i dopadům technologií na společnost. Zabývala se například otázkami ochrany soukromí, kybernetické

politiky a změn chování systémů v rozsáhlých sítích. Jako uznávaná autorita v oblasti umělé inteligence a bezpečnosti se pravidelně účastní veřejných debat a panelových diskusí o etice algoritmů, ochraně soukromí a potřebě odpovědného rozvoje technologií [1, 7].

4 Vybrané klíčové přínosy

Mezi nejvýznamnější výsledky Forrestiny kariéry patří:

- Práce na umělých imunitních systémech (AIS): Jasná formulace architektury AIS a jejich aplikace v detekci anomálií [5].
- Oceněný výzkum evolučních algoritmů: Publikace týkající se genetického programování a chování evolučních algoritmů, které získaly uznání za dlouhodobý dopad [3, 7].
- Automatická oprava softwaru: Založení výzkumného směru pro samoopravné systémy, které využívají principy evoluce k automatickému odhalování a opravování chyb (např. projekt GenProg) [8].

Její publikace jsou hojně citované a často ovlivňují nejen informatiku, ale i biologii, teorii komplexních systémů či veřejnou správu [3, 7].

5 Dopad na kybernetiku a umělou inteligenci

Přínos Stephanie Forrest k těmto oblastem lze chápat v několika rovinách:

- **Detekce hrozeb**

  Umělé imunitní systémy otevřely cestu k adaptivním bezpečnostním mechanismům, které dokážou autonomně reagovat na neznámé, vyvíjející se hrozby, čímž zásadně zlepšily ochranu kritické infrastruktury [2, 5].

- **Vývoj robustních a odolných systémů**

  Její práce zdůrazňuje koncept, že systémy nemusí být dokonale deterministické, aby byly spolehlivé. Jsou naopak spolehlivé díky své schopnosti měnit se a samoopravovat v reakci na selhání nebo útoky [2, 8].

- **Vliv na praxi a politiku**

  Díky aktivnímu zapojení do veřejných a poradních rolí pomohla přenášet vědecké poznatky o bezpečnosti a etice AI do reálných rozhodovacích procesů a veřejných debat [1, 6].

6 Závěr

Stephanie Forrest významně ovlivnila moderní informatiku, bezpečnost i studium komplexních systémů tím, že prosadila biologicky inspirovaný způsob myšlení. Její práce ukazuje, že robustní a adaptivní systémy lze navrhovat podle principů, které se vyvinuly v přírodě.

Tímto přístupem nejen rozšířila teoretické poznatky, ale také přispěla k vývoji praktických metod, které nacházejí uplatnění v softwarovém inženýrství, kybernetické bezpečnosti i kybernetice.

Poznámka: následují bibliografické záznamy všech použitých zdrojů.

Reference

[1] Santa Fe Institute — profil Stephanie Forrest. Dostupné z: https://www.santafe.edu/people/profile/stephanie-forrest

[2] Biodesign Center for Biocomputing, Security and Society — Arizona State University, profil. Dostupné z: https://biodesign.asu.edu/biocomputing-security-and-society/

[3] Stephanie Forrest — Curriculum Vitae. Dostupné z: https://profsforrest.github.io/homepage/data/sf-CV.pdf

[4] Stephanie Forrest — University of New Mexico, osobní stránka. Dostupné z: https://www.cs.unm.edu/~forrest/

[5] Hofmeyr, S. A., Forrest, S. Immunity by Design: An Artificial Immune System. Dostupné z: https://www.cs.unm.edu/~forrest/publications/gecco-steve.pdf

[6] Arizona State University, Research Profile of Stephanie Forrest. Dostupné z: https://search.asu.edu/profile/3182641

[7] Seznam publikací Stephanie Forrest. Dostupné z: https://profsforrest.github.io/homepage/pubs.html

[8] Le Goues, C. L., Forrest, S. A Genetic Programming Approach to Automated Software Repair. V GECCO '09: Proceedings of the 11th Annual conference on Genetic and evolutionary computation, 2009, s. 1195–1202. Dostupné z: https://www.cs.unm.edu/~forrest/publications/gecco-09.pdf