

# Aplikace fuzzy a pravděpodobnostních automatů

Martin Jašek

12. září 2016 — ??

## Obsah

<b>1</b>	<b>Vybrané aplikace, poznámky</b>	<b>2</b>
1.1	Fuzzy jazyky, gramatiky a regulární výrazy . . . . .	2
1.2	Fuzzy regulátory a řídicí systémy . . . . .	2
1.3	Pattern recognition (řetězců i obrazů) . . . . .	3
1.4	Strojové učení, Fuzzy neuronové sítě . . . . .	4
1.5	Bioinformatika a medicína . . . . .	4
1.6	Ostatní aplikace a zdroje . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Jiná literatura</b>	<b>5</b>
2.1	Něco k teorii (různé definice automatů, determinizmus, minimalizace, ekvivalence, ...) . . . . .	5
2.2	Koncepce (fuzzy a/vs. pravděpodobnostní přístup) . . . . .	5
2.3	Další čtení a potencionální zdroje . . . . .	5
2.4	Třeba by mohlo být užitečné ... . . . .	6

# 1 Vybrané aplikace, poznámky

## 1.1 Fuzzy jazyky, gramatiky a regulární výrazy

**Fuzzy finite automata and fuzzy regular expressions with membership values in lattice-ordered monoids [31]**

Fuzzy regulární výrazy, to je taky tak trochu aplikace, ne? Bohužel tento článek taky není k dispozici ...

**Minimization of lattice finite automata and its application to the decomposition of lattice languages [32]**

Tady se asi trochu zabředne trochu víc do matematiky, ale – uvidíme. Uvidíme, co vyleze z dekompozice fuzzy jazyků.

**Definice 1.1.** *(zde bude doplněno: lattice language) (~ fuzzy jazyk nad svazem)?*

**Fuzzy languages with infinite range accepted by fuzzy automata: Pumping Lemma and determinization procedure [13]**

Fuzzy pumping lemma. Podívat se na to.

**Conversion of Finite Automata to Fuzzy Automata for String Comparison [5]**

Převod klasického bivalentního automatu na fuzzy automat pomocí podobnostní funkce.

**Construction of fuzzy automata from fuzzy regular expressions [26]**

**A probabilistic model of computing with words [4]**

Nový pohled na pravděpodobnostní automaty. Nepracují se symboly, ale celými slovy abecedy. Prý protože u slov je přirozenější uvažovat pravděpodobnosti výskytu. Slovo je v jejich případě rozložením pravděpodobnosti. Co to sakra ...?

## 1.2 Fuzzy regulátory a řídicí systémy

**Fuzzy Reasoning and Fuzzy Automata in User Adaptive Systems [15]**

Řídicí systémy, adaptivní systémy? Každopádně, bude to něco na principu fuzzy regulátorů. Nejspíš to bude fungovat tak, že vstupní řetězec bude posloupnost real-time událostí vně systému. A on na ně bude nějak reagovat. A něco dělat.

**Definice 1.2.** *(zde bude doplněno: Fuzzy reasoning) (zde bude doplněno: Fuzzy state transition rulebase)*

V příkladu uvádí nástroj pro výběr nejlepší židle. Uživatelé jsou požádání o označení jak moc na ně působí zvolené židle (co do modernosti, pohodlnosti, ceny, ...) a systém vygeneruje uspořádání židlí od „nejlepší“ po „nejhorší“.

Víc toho nevím, protože text působí hodně odborně a vyžaduje tak znalost základních pojmů.

### **A model for Finite-state probabilistic systems [7]**

Na tento článek se odkazuje [20] v kapitole 10.1. Ale kromě anotace jsem se o něm nedozvěděl nic víc.

### **1.3 Pattern recognition (řetězců i obrazů)**

#### **Syntactic Methods in Pattern Recognition [6]**

Knížka (celá) o pattern recognition pomocí formálních jazyků. Bohužel jen klasických automatů případně stochastických.

#### **Fractionally Fuzzy Grammars [20] 10.7, [9]**

Fractionally fuzzy grammar je speciální fuzzy gramatika, která se dobře hodí pro patern recognition. Prý jsou „powerfull“ a současně „easily parsed“. *(zde bude doplněno: V [20], 10.7 je několik odkazů na další zdroje, prozkoumat!)* .

V článku [9] je pojem Fractionally fuzzy grammar (nejspíš) zaveden.

#### **Fuzzy cellular learning automata for lesion detection in retina images [21]**

#### **Fuzzy Automata System with Application to target recognition based on image processing [23]**

#### **Approximate String Matching Using Deformed Fuzzy Automata: A Learning Experience [1], Deformed fuzzy automata for correcting imperfect strings of fuzzy symbols [8]**

#### **Intuitionistic Fuzzy Automaton for Approximate String Matching [14]**

#### **Fuzzy tree automata and syntactic pattern recognition[16]**

To bude něco na způsob R-stromů. Z pattern se udělá strom, který je rozpoznáván fuzzy tree automatem.

#### **Syntactic Pattern Recognition for Seismic Oil Exploration [11]**

Používají pattern recognition pomocí automatů (m.j. pomocí tree automatů) k hledání ložisk ropy.

#### **Fuzzy Models and Algorithms for Pattern Recognition and Image Processing [12]**

Megaknížka o tom, že se fuzzy modely používají pro pattern recognition. O automatech tam toho moc není. Ale na straně 545 popisují kýženou historii výzkumu aplikací fuzzy automatů v oblasti pattern recognition.

#### **RS image processing automata [29]**

Nový druh („fuzzy“) automatu vytvořený pro image processing. Stavby jsou matice se vzory a přechody mezi nimi jsou vlastně maticové operace na ně postupně aplikované. Zajímavé...

## 1.4 Strojové učení, Fuzzy neuronové sítě

### Application of Fuzzy Automata Theory and Knowledge Based Neural Networks for Development of Basic Learning Model [19]

Zkombinováním neuronové sítě a fuzzy automatu vznikla tzv. Fuzzy Automata based Neural Network (FANN). Prý znalostní pravidla převádí na fuzzy automaty a z nich poté konstruuje FANN.

**Definice 1.3.** *(zde bude doplněno: Model of Learning) (zde bude doplněno: Knowledge rule)*

Autoři FANN demonstrují na Urban Traffic modeling.

**Definice 1.4** (Urban Traffic modeling). *je problém modelace infrastruktury, predikce budoucího vývoje. Inteligentní řízení provozu a podob.*

### A Formulation of Fuzzy Automata and Its Application as a Model of Learning Systems [28]

Originální paper bohužel není k dispozici. Ale dle anotace je to jeden z prvních článků vůbec. Podobá se stochastickému automatu.

**Definice 1.5.** *(zde bude doplněno: Stochastický automat)*

Autoři předvádějí použití „fuzzy automatu“ jako model strojového učení (používají zastaralý výraz „Model of learning system“). Dále uvádějí hypotézu použití jako automatická kontrola a pattern recognition *(zde bude doplněno: jak se to řekne česky?)*.

Na konci zmiňují, že použití fuzzy automatu v těchto situacích přináší především jednoduchost (návrhu i průběhu výpočtu).

### Fuzzy Neural Networks [25]

To bude nejspíš podobné jako [19].

## 1.5 Bioinformatika a medicína

### An application of intuitionistic fuzzy sets in medical diagnosis [27]

Zní to příšerně, ale nejspíš to bude vycházet z [18].

## 1.6 Ostatní aplikace a zdroje

### An Adaptive Vehicle Path Planning System [10]

Super!

### Fuzzy automata and decision processes[18]

To zní lákavě, ale bohužel online není prakticky ani anotace.

### An introductory survey of fuzzy control ??

Podívat se na tohle, jestli se tam vůbec mluví o použití (fuzzy) automatů:

<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/002002558590026X>

## 2 Jiná literatura

### 2.1 Něco k teorii (různé definice automatů, determinismus, minimalizace, ekvivalence, ...)

#### Determinism and fuzzy automata [2]

Článek určitě zajímavý do teoretické části, ale dost možná se bude zmiňovat o (alespoň!) některých aplikacích.

#### A Note on Fuzzy Tree Automata [24]

Pěkný skromný ale obsáhlý článek o fuzzy tree automata.

#### A formal model of computing with words [30]

Uveden nový fuzzy automat, který místo řetězců nad abecedou přijímá řetězce nad fuzzy-podmnožinami abecedy. Prý je to hned v několika oblastech lepší.

#### On fuzzy multiset automata

<http://search.proquest.com/computerscience/docview/1784418314/55737592510249A1PQ/6?accountid=1673>

#### Bisimulations for fuzzy automata

<http://search.proquest.com/computerscience/docview/963845527/55737592510249A1PQ/5?accountid=1673>

### 2.2 Koncepce (fuzzy a/vs. pravděpodobnostní přístup)

#### Do exact shapes of fuzzy sets matter? [3]

Úvaha nad tím, jestli je vlastně OK používat fuzzy teorii. Protože fuzzy teorie sice zavádí trochu neurčitosti, ale pořád je tato neurčitost popsána matematicky.

### 2.3 Další čtení a potencionální zdroje

- Morderson, Malik: Fuzzy Automata and Languages: Theory and Applications [20]
- Introduction to Probabilistic Automata [22], samostatná kapitola se seznamem vybraných aplikací pravděpodobnostních automatů
- New directions in fuzzy automata [17]: Nový pohled na automaty, v anotaci mluví o tom, jak dlouho se automaty již studují, takže by se tam mohl odkazovat na nějaké aplikace. Application driven methodology?
- Inverse fuzzy automata and inverse fuzzy languages, [http://www.afmi.or.kr/articles\\_in\\_](http://www.afmi.or.kr/articles_in_)
- Entropies of probabilistic grammars, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019995874907>
- Pattern Recognition and Machine Learning, <http://bit.ly/2cD2FO3>
- Applied Automata Theory (hlavně pravděpodobnostní) <http://bit.ly/2cCHJ8i>
- PRISM: A Tool for Automatic Verification of Probabilistic Systems, <http://eprints.gla.ac.uk/43841/1/43>

- verifikace a checking of nondeterminism pravděpodobnostních systémů tak nějak jakože všeobecně
- A Bibliography on Fuzzy Automata, Grammars and Languages, anotace: <http://doc.utwente.nl/64296/1/MI-95-46.pdf>
- Approximate String Matching by Fuzzy Automata, anotace: [http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-00563-3\\_29](http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-642-00563-3_29)
- Approximate String Matching Using Deformed Fuzzy Automata: A Learning Experience, anotace: <http://link.springer.com/article/10.1023/B>
- Klasická automata theory: J.E. Hopcroft, J.D. Ullman, Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, Addison-Wesley, Reading, MA, 1979
- ...
- ...
- ...

## 2.4 Třeba by mohlo být užitečné ...

- Social Cognitive Learning Theory and other Theories and Models, <https://www.learning-theories.com/>
- Zadeh: Fuzzy algorithms, <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0019995868902118>

## Reference

- [1] J R; J. R. Gonzalez De Mendivil; Villadangos J; Farina-F. Astrain, J J; Garitagoitia. Approximate string matching using deformed fuzzy automata: A learning experience. *Springer Science & Business Media*, 2004.
- [2] R. Bělohlávek. Determinism and fuzzy automata. *Information Sciences*, 2002. anotace: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0020025502001925>.
- [3] R. Bělohlávek. Do exact shapes of fuzzy sets matter? *International Journal of General Systems*, 2007.
- [4] Huaiqing Wang Daowen Qiu. A probabilistic model of computing with words. *Elsevier*, 2005.
- [5] H. A. Girijamma Dr. V. Ramaswamy. Conversion of finite automata to fuzzy automata for string comparison. *International Journal of Computer Applications*, 2012.
- [6] K. S. Fu. *Syntactic Methods in Pattern Recognition*. Elsevier, 1974.
- [7] K. S. Fu G. D. Bruce. A model for finite-state probabilistic systems. *Proc. 1st Ann. Allerton Conf. Circuit and Systems Theory*, 1963. existuje vůbec?
- [8] J R G; Echanobe J; Astrain J J; Farina-F. Garitagoitia, J R; de Mendivil. Deformed fuzzy automata for correcting imperfect strings of fuzzy symbols. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 2003. není k dispozici, jen k zakoupení.
- [9] S.S. Yau G.F. DePalma. Fractionally fuzzy grammars with application to pattern recognition. *US-Japan Seminar on Fuzzy Sets and their Applications*, 1974. anotace: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780127752600500190>.
- [10] Kai-Wen; Wang Yu-Wu; Chen Heng-Ming; Tasi Han-Wen; et al. Huang, Chenn-Jung; Hu. An adaptive vehicle path planning system. *IACSIT Press*, 2015.
- [11] Kou-Yuan Huang. *Syntactic Pattern Recognition for Seismic Oil Exploration*. World Scientific, 2002. náhled e-knihy: <http://bit.ly/2cR4rtO>.
- [12] Raghu Krisnapuram Nikhil Pal James C. Bezdek, James Keller. *Fuzzy Models and Algorithms for Pattern Recognition and Image Processing*. Springer, 2005. náhled e-knihy: <http://bit.ly/2cghCXg>.
- [13] José R. Garitagoitia José R. González de Mendivil. Fuzzy languages with infinite range accepted by fuzzy automata: Pumping lemma and determination procedure. *Fuzzy sets and Systems*, 2014.
- [14] K.K. Tripathi K.M. Ravi, A. Choubey. Intuitionistic fuzzy automaton for approximate string matching. *Fuzzy Information and Engeneering*, 2014.

- [15] Szilveszter Kovács. Fuzzy reasoning and fuzzy automata in user adaptive systems. *Department of Information Technology, University of Miskolc*, 2002. <http://users.iit.unimiskolc.hu/szkovacs/Research/UserAdaptiveApplications/HunKorean02fl-PR.pdf>.
- [16] E T Lee. Fuzzy tree automata and syntactic pattern recognition. *IEEE TRANS. PATTERN ANALY. AND MACH. INTELLIG.*, 1982.
- [17] S. C. Kremer M. Doostfateme. New directions in fuzzy automata. *International Journal of Approximate Reasoning*, 2004. <http://bit.ly/2cXJXBC>.
- [18] George N. Saridis Madan M. Gupta. *Fuzzy automata and decision processes*. Elsevier, 1977. <https://www.amazon.com/Fuzzy-Automata-Decision-Processes-Madan/dp/0444002316>.
- [19] Hasan Ahmed Manuj Darbari and Vivek Kr. Singh. Application of fuzzy automata theory and knowledge based neural networks for development of basic learning model. *Computer Technology and Application 2*, 2011. <http://www.davidpublishing.com/davidpublishing/upfile/6/23/2011/2011062376920049.pdf>.
- [20] John N. Mordeson and Davender S. Malik. *Fuzzy Automata and Languages: Theory and Applications*. Chapman and Hall/CRC, 2002.
- [21] Bakhtiar; Adenihvand Karim; Mohammadi Mohammad; Mirzamohammad Mahsa Nejad, Hadi Chahkandi; Azadbakht. Fuzzy cellular learning automata for lesion detection in retina images. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 2014. není k dispozici, jen k zakoupení.
- [22] A. Paz. *Introduction to Probabilistic Automata*. Academic Press, 1971. náhled <http://bit.ly/2cCjidd> (google books).
- [23] Zhen-Yu Hana Qing-E Wua, Xue-Min Pangc. Fuzzy automata system with application to target recognition based on image processing. *Computers & Mathematics with Applications*, 2011.
- [24] Mukta N. Joshi S. R. Chaudhari. A note on fuzzy tree automata. *International Journal of Computer Applications*, 2012.
- [25] Edward T. Lee Samuel C. Lee. Fuzzy neural networks. *Mathematical Biosciences*, 1975. anotace: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/002555647590125X>.
- [26] Miroslav Stamenkovic, Aleksandar; Ciric. Construction of fuzzy automata from fuzzy regular expressions. *Fuzzy Sets and Systems*, 2012.
- [27] Akhil Ranjan Roy Supriya Kumar De, Ranjit Biswas. An application of intuitionistic fuzzy sets in medical diagnosis. *Fuzzy Sets and Systems*, 2001. abstrakt: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165011498002358>.
- [28] K. S. Fu William G. Wee. A formulation of fuzzy automata and its application as a model of learning systems. *IEEE Transactions on Systems Science and Cybernetics*, 5, 1969. online?, abstrakt: <http://bit.ly/2cXBoqw>.



- [29] Yu Xian-feng. Rs image processing automata. *IET Conference Proceedings*, 2012.
- [30] Mingsheng Ying. A formal model of computing with words. *IEEE Transactions on Fuzzy Systems*, 2002. není k dispozici, jen ke koupi.
- [31] Witold Pedrycz Yongming Li. Fuzzy finite automata and fuzzy regular expressions with membership values in lattice-ordered monoids. *Fuzzy Sets and Systems*, 2005. anotace: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165011405001600>.
- [32] Witold Pedrycz Yongming Li. Minimization of lattice finite automata and its application to the decomposition of lattice languages. *Fuzzy Sets and Systems*, 2007. anotace: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165011407001121>.