

## Akustická detekce rozbití skla

*Bc. Jaroslav Čmejla, doc. Ing. Zbyněk Koldovský, Ph.D.*

### Abstrakt

Práce se zabývá problematikou klasifikace akustické události – rozbití skla. Je v ní vysvětleno několik stěžejních pojmů, které jsou nezbytné pro zpracování dané problematiky a hlavním výstupem je schéma rozpoznávače rozbití skla. V návrhu rozpoznávače je využito MFCC příznaků a neuronových sítí. V práci jsou mimo jiné formulovány jednotlivé kroky budování rozpoznávače. Dále možnosti nastavení parametrů jednotlivých částí a jejich vlivů na úspěšnost detekce. Pro srovnání jsou uvedeny výsledky trénování neuronových sítí a také výsledky práce detektoru. Některé průběžné výsledky byly prezentovány ve firmě Jablotron Alarms a.s.

### Úvod

Zadáním práce bylo navržení metody pro rozpoznávání akustické události – rozbití skla.

Motivací pro vznik práce bylo zadání sestavené firmou Jablotron Alarms a.s. Tato firma se zabývá vývojem a prodejem zabezpečovací techniky. Firma již dodává funkční detektory rozbití skla, ale ty mívají problémy s detekováním speciálních skel (fóliované apod.). Od našeho návrhu očekáváme vyšší variabilitu při rozpoznávání různých druhů skel.

Při zpracování byla čerpána inspirace z již vyřešených úloh rozpoznání řeči. V našem návrhu jsme využili technologie umělých neuronových sítí a MFCC příznaků.

### Experiment a metody

Pro zpracování bylo potřeba nalézt nahrávky zvuků rozbití skel. Nahrávky analyzovat a nalézt jejich typické vlastnosti. Autentičnost nalezených nahrávek byla ověřena porovnáním s vlastními záznamy.

Výsledný detektor rozpoznává signál ve 2,5 vteřinovém okně. Signál v rámci okna je segmentován po 800 vzorcích, detektor snímá 16kHz vzorkovací frekvencí. Z každého segmentu jsou extrahovány příznakové vektory. Ty jsou dále upraveny a slouží jako vstup do neuronových sítí.

Detektor se skládá ze 2 klasifikátorů. Jeden z nich klasifikuje na základě vývoje energie v čase. Druhý na základě spektrálního rozložení jednotlivých segmentů. Výstupem z obou klasifikátorů je hodnota, která je určena pravděpodobností s jakou dané charakteristiky odpovídají zvukům rozbití skla. V případě, že výstupy z obou částí najednou splňují definovaná kritéria, tak detektor zareaguje spuštěním „alarmu“.

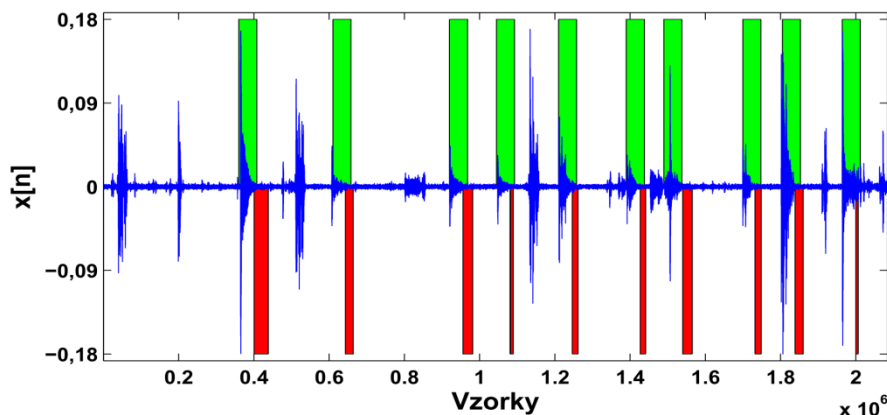
Měření uvedené v tabulce č.1 ukazuje výsledek trénování neuronové sítě, která slouží ke klasifikaci spektrálního rozložení. Měření bylo prováděno pro různé struktury neuronových sítí a pro různá nastavení generátoru příznakových vektorů.

**Tabulka 1.** Výsledky měření chybovosti sítě po 200 epochách. V závorce je uvedený počet neuronů ve skrytých vrstvách. lin. – Lineární rozdělení MFCC filtrů, kva. – Kvadratické rozložení MFCC filtrů

	(64+64)	(8+4)	(8+4) lin.	(8+4) kva.
Trénovací	4,9%	6,1%	5,1%	5,6%
Testovací	7,1%	6,5%	5,7%	6,3%

## Výsledky a diskuze

Výsledek práce je prezentován úspěšnou detekcí testovacího signálu. Detektor snímal běžné zvuky z místnosti a v náhodných intervalech byly ručně spouštěny nahrávky zvuků rozbití skla. Tyto nahrávky nebyly součástí množiny dat, která sloužila k natrénování sítě. Pro klasifikaci byly použity následující neuronové sítě: klasifikace rozložení spektra – (8+4) neuronů lin., klasifikace vývoje energie – (128) neuronů. Nastavení kritérií bylo následující: rozložení spektra – 0,85, vývoj energie – 0,80.



**Obrázek 1.** Ukázka rozpoznávání testovacího zvukového signálu. Signál je znázorněn modrou spojnici. Zelené sloupce v horní polovině obrázku značí, kde se v signálu nacházejí zvuky rozbití skla. Červené sloupce v dolní polovině obrázku značí, kde detektor rozpoznal zvuk rozbití skla.

Během nahrávání bylo spuštěno deset testovacích nahrávek rozbití skla. Ve všech deseti případech detektor zareagoval spuštěním upozornění.

## Závěr

Hlavním výstupem práce je funkční návrh detektoru rozbití skla. Spolu s návrhem jsou v práci uvedeny výsledky měření pro trénování jednotlivých částí detektoru a jejich srovnání včetně uvedených komentářů.

Vedlejším výstupem práce je naprogramovaný software, který má ilustrovat použití námi vytvořeného návrhu v praxi.

## Poděkování

Děkuji vedoucímu práce doc. Ing. Zbyňku Koldovskému, Ph.D. za neocenitelné rady a pomoc při tvorbě této práce. Dále bych rád poděkoval panu Ing. Jaromíru Šubčíkovi, šéfkonstruktérovi, z firmy Jablotron Alarms a.s. za věcné připomínky a za trpělivost.

## Reference

- [1] TUČKOVÁ, Jana. *Vybrané aplikace umělých neuronových sítí při zpracování signálů*. Vyd. 1. Praha: České vysoké učení technické v Praze, 2009. ISBN 978-80-01-04229-8.
- [2] NOUZA, Jan, Zbyněk KOLDOVSKÝ a Robert VÍCH (eds.). *Řeč a počítač: principy hlasové komunikace, úlohy, metody a aplikace : sborník článků*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2009. ISBN 978-80-7372-548-8.
- [3] HUANG, Xuedong, Alex ACERO a Hsiao-Wuen HON. *Spoken language processing: a guide to theory, algorithm and system development*. Upper Saddle River: Prentice Hall, 2001. ISBN 0-13-022616-5.