Slovenská technická univerzita v Bratislave
Fakulta informatiky a informačných technológií

FIIT-0000-00000

Michal Fašánek

Pokročilé spracovanie sekvenčných dát pomocou umelých neurónových sietí

Diplomová práca

Vedúci práce: Ing. Michal Barla, PhD

Január, 2016

Anotácia

Slovenská technická univerzita v Bratislave
FAKULTA INFORMATIKY A INFORMAČNÝCH TECHNOLÓGIÍ

Študijný program:	Informačné systémy
Diplomová práca:	Pokročilé spracovanie sekvenčných dát pomocou umelých neurónových sietí
Autor:	Michal Fašánek
Vedúci práce:	Ing. Michal Barla, PhD

Január, 2016

Analýza dát z používateľského správania k zdrojom na webe je v súčasnosti populárna téma, vzhľadom na svoj potenciál zlepšovať služby poskytované návštevníkom webu. Najnovšie prístupy skúmajú aj možnosti aplikácie metód strojového učenia. Medzi týmito prístupmi si získavajú popularitu hlboké mnohovrstvové samoučiace sa neurónové siete a rôzne architektúry rekurentných neurónových sietí. Využívajú princípy učenia bez učiteľa, pomocou ktorých dokážeme v jednotlivých vzorkách dát identifikovať podstatné črty. V tejto práci sa zameriavam na možnosti využitia rekurentných neurónových sietí s dlhou krátkodobou pamäťou(LSTM) pri analýze dát z platobných brán pre používanie online spravodajských portálov. Takáto analýza poskytuje náhľad do používateľského správania a z toho vyplývajúce možnosti spätnej väzby voči návštevníkom online spravodajských portálov.

Annotation

Slovak University of Technology Bratislava
FACULTY OF INFORMATICS AND INFORMATION TECHNOLOGIES

Study program:	Informačné systémy
Master thesis:	Advanced processing of sequential data by artificial neural networks
Author:	Michal Fašánek
Supervisor:	Ing. Michal Barla, PhD
2016, January	

Data analysis of user behaviour in accessing web sources has become a popular topic, due to its potential in improvement of services offered to the visitors of web. Most recent approaches examinate possibilities of applying methods machine-learning. Among these approaches, deep belief networks and reccurent neural networks are gaining popularity. They work with principles of unsupervised learning to identify important patterns in given data. In this paper, I focus on using reccurent neural networks with long short-term memory(LSTM) to analyze data from paywall of online news portals. Such analysis provides insight into the user behaviour and resulting feedback possibilities to the users of online news portals.

Obsah

Kapitola 1

Analýza

V tejto časti sa venujeme dôkladnej analýze podkladov. Jednotlivé časti sú popísané v rozsahu relevantnom pre túto prácu. Analýza je štrukturovaná na nasledovné časti:

- Problémová oblasť
- Dáta sprístupnené pre prácu
- Neurónové siete
- Výskum v danej oblasti

1.1 Problémová oblasť

V tejto práci sa zameriavame na predikciu úbytku zákazníkov(churn rate) pri predplatiteľských službách. V súčasnej dobe sa do popredia biznis prístupov stále viac dostávajú prístupy riadenia vzťahov zo zákazníkmi(customer relationship management). Ukazuje sa totiž, že na trhu s dostatočným pokrytím poskytovateľov cieľovej služby je niekoľkonásobne drahšie získať nového ako udržať si existujúceho zákazníka. Tento prístup však vyžaduje rozsiahlu znalosť dostupnej zákazníckej základne, ktorou poskytovateľ disponuje.

1.1.1 Predikcia úbytku zákazníkov

Predikcia úbytku zákazníkov sa venuje spracovaniu dostupných dát o zákazníckej aktivite, službách ktoré využívajú a vývoja ich správania v čase. Takéto dáta Výsledkom analýzy je štatistika poskytujúca informácie o jednotlivých zákazníkoch a ich šanci na presun k inému poskytovateľovi. Z týchto dát je následne odvoditeľné, aké percento zákazníkov odíde ku konkurencii a aký to bude mať dopad na finančné príjmy od ktorých je poskytovateľ závislý.

1.1.2 Moderovanie úbytku zákazníkov

Vo vzťahu k úbytku zákazníkov definuje CRM dva základné prístupy, ktorými je možné moderovať úbytok.

1.1.2.1 Reaktívny prístup

Motivácia zákazníka pre zotrvanie s pôvodným poskytovateľom služby nastáva, až keď sa zákazník explicitne rozhodne pre prechod ku konkurenčnému poskytovateľovi. V tomto okamihu začína poskytovateľ na svojho zákazníka apelovať výhodnými ponukami, zľavami alebo inými spôsobmi motivácie pre zotrvanie u poskytovateľa. Takýto prístup sa ukazuje ako ľahko zneužiteľný ostatnými zákazníkmi, ktorí by inak nemali motiváciu pre prechod ku konkurencii. Predikcia úbytku zákazníkov v tomto prístupe nemá nijakú významnú úlohu.

1.1.2.2 Proaktívny prístup

Pri úspešnej predikcii záujmu zákazníka o prechod ku konkurenčnému poskytovateľovi je možné efektívne jeho zámer smerovať pozitívnou motiváciou. Tento prístup však predpokladá vysokú úspešnosť predikčných metód. Pri nesprávnej identifikácii zákazníckeho správania je totiž možné nielen nezabrániť zákazníkom v presune ku konkurenčnému modelu, ale aj investícii finančných

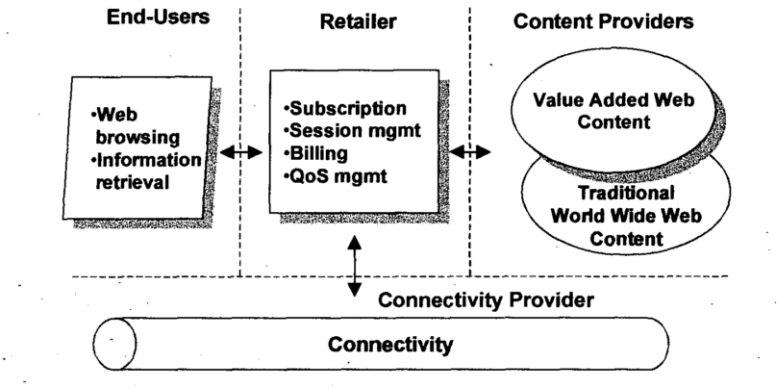
prostriedkov do skupiny zákazníkov, ktorá by naďalej generovala zisk aj bez významnejšej motivácie, resp. nevrátila by rozdielom v úbytku motivačné náklady, ktoré na ňu daný poskytovateľ vynaložil.

1.2 Dáta sprístupnené pre prácu

Pre túto prácu boli sprístupnené dáta z platobnej brány portálu pre online spravodajské denníky. Platobný portál poskytuje platformu pre periodiká, ktoré majú záujem o online funkcionalitu ale nemajú záujem implementovať vlastný platobný systém. Zákazníci tohto portálu tak získavajú rýchle riešenie pre možnosť vyhradenia exkluzívneho obsahu zo svojich online materiálov.

1.2.1 Exkluzívny obsah

Exkluzívny obsah je nástroj, ktorý množstvo poskytovateľov služieb využíva pri prechode na web. Umožňuje prístup k väčšiemu počtu potenciálnych zákazníkov, pričom poskytovateľovi ostáva možnosť oddeliť, čo bude prístupné každému od exkluzívneho obsahu určeného pre predplatiteľov.
Realizáciu exkluzívneho obsahu pomocou platobnej brány tretej strany umožňuje špecifikácia VAW(value added web). VAW aplikuje TINA(Telecommunications Information Networking Architecture) biznis model do klasického WWW(world wide web) prostredia. Určuje tak vzťahy medzi jednotlivými právnymi subjektami podľa obr. 1.1. Poskytovateľ služieb(spravodajské periodikum) tak môže poskytovať nielen klasický ale aj exkluzívny obsah bez toho, aby sa vo väčšej miere muselo zaoberať správou poskytovaných služieb a finančnou administratívou. Za tú zodpovedá sprostredkovateľ(platobný portál), ktorého úloha spočíva v správe exkluzívneho obsahu vo vzťahu ku koncovému používateľovi.



Obr. 1.1: *Základná schéma VAW*

1.2.2 Získavanie dát

Pri pokuse o prístup k exkluzívnemu obsahu stojí medzi používateľom a obsahom platobná brána portálu. Používateľovi bez predplatenej služby je zobrazená ponuka na platený prístup. Predplatitel prechádza cez bránu a je mu sprístupnený exkluzívny obsah. Pri všetkých aktivitách na portáli sú zaznamenávané používateľské údaje. Dostupné údaje sú vo forme záznamov - textových súborov priebežne generovaných používateľskou činnosťou. Bežná činnosť pri analýze záznamov z činnosti a práci s velkými dátami všeobecne je predspracovanie dát. Pri sledovaní činnosti používateľov sa generujú súbory so stovkami miliónov až miliardami záznamov. V súčasnosti nie je možné klasickými prístupmi spracovať takéto objemy dát bez predspracovania - filtrovania, segmentácie a čistenia dát. Spôsob predspracovania dát je z podstatnej časti ovplyvnený metódami, ktorými chceme dáta spracovať. Pri práci so záznamami je bežné deliť dáta na tzv. používateľské prístupy (user sessions). Používateľský prístup modeluje aktivitu - jeden prístup jedného používateľa. Všeobecne platí, že ak používateľ dosiahne v činnosti pauzu 30 a viac minút, jedná sa o samostatný nový prístup. Takto rozdelené záznamy poskytujú elasticitu pri spracovaní podľa špecifického času alebo podľa používatelov.

Medzi najdôležitejšie dostupné údaje z platobného portálu patria:

- IP adresa
- Používateľský účet
- Časový rozsah prístupu
- Prehliadaný obsah
- Aktivácia/prerušenie predplatného

1.3 Neurónové siete

Koncept neurónových sietí vznikol v 40. rokoch minulého storočia inšpiráciou biologickými neurónovými sieťami v mozgu. Cieľom bolo prekonať bariéru medzi tým, čo je pre ľudský mozog ľahko riešitelné ale ťažko formálne definovatelné matematickými pravidlami. Tieto problémy, ktoré riešime intuitívne, pri pokuse o formálnu špecifikáciu ukazujú, aké množstvo znalostí používame v každodennom živote. Ako vhodný príklad slúži vizuálne rozoznávanie objektov, ktoré je pre osobu samozrejmé, no až v posledných rokoch zaznamenávame prvé úspechy v tejto problematike.

1.3.1 Štruktúra

Podobne ako v mozgu, základ neurónovej siete tvoria neuróny a prepojenia medzi nimi. Neuróny sú organizované vo vrstvách, ktoré sa delia na 3 základné typy.

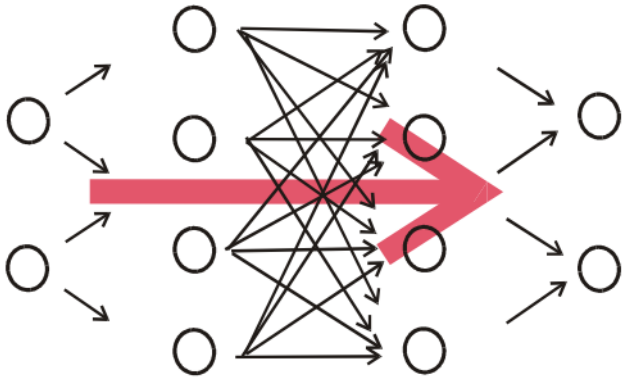
Vstupná vrstva - reprezentuje dáta, ktoré podsúvame sieti pre interpretáciu. Dáta musia byť pred posunutím vstupnej vrstve často predspracované, aby bola sieť schopná interpretovať ich. Počet neurónov na vstupnej vrstve je ovplyvnený množstvom dát, ktoré máme na vstupe. V sieti existuje iba jediná vstupná vrstva.

Výstupná vrstva - interpretácia dát neurónovou sieťou. Výstupnú vrstvu je možné nazvať „výsledok"siete. Jedná sa o jedinú vrstvu s obvykle jediným neurónom.

Skrytá vrstva - nachádzajú sa medzi vstupnou a výstupnou vrstvou. Ich počet určuje dĺžku modelu. Sieť nemusí mať ani jednu skrytú vrstvu, no takáto sieť dokáže modelovať iba lineárnu závislosť. Všeobecne platí, že čím viac skrytých vrstiev má sieť, tým zložitejšie vzťahy dokáže simulovať. Zvyšujú sa však aj nároky na učenie a výpočtové nároky. Jediná skrytá vrstva vytvára pozoruhodný rozdiel v aplikovatelnosti modelu, keďže prekonáva hranicu lineárnej závislosti funkcie, ktorú model pokrýva. Pri vysokej zložitosti modelu je možné naraziť na problém preučenia, ktorý bráni sieti korektne generalizovať. Neexistuje nijaký spoľahlivá metóda pre správny počet alebo veľkosť skrytých vrstiev. Empiricky sa vyvinulo niekoľko odhadov, ale v praxi je nutné overovať správnosť modelu praktickou evaluáciou. Odhadové pravidlá najčastejšie padajú na neschopnosti integrovať vo svojom rozhodnutí komplexitu úlohy a redundanciu v tréningových dátach.

Prepojenia - Váhované prepojenia medzi neurónmi fungujú ako pamäť neurónovej siete. V jednoduchom modeli neurónovej siete sú prepojenia iba medzi neurónmi navzájom susediacich vrstiev. Prepojenie existuje medzi každým neurónom *n*-tej do *n+1* vrstvy. Neuróny jednej vrstvy pritom medzi sebou nie sú prepojené. Signál sa šíri týmito prepojeniami od vstupnej vrstvy smerom k výstupnej vrstve v jednom smere, ako je to ilustrované na obr. 1.2. Takéto siete sa volajú *dopredné*. Hlavný účel prepojenia je niesť váhu. Váha prepojenia určuje, aký významný je vzťah medzi dvomi danými neurónmi, ktoré spája. Korektná váha daného prepojenia je na začiatku neznáma, jej korektné nastavenie je výsledkom procesu učenia.

Neurón - predstavuje základnú stavebnú jednotku neurónovej siete. Skladá sa z *aktivačnej funkcie* a *prahovej hodnoty*. Prahová hodnota neurónu je pripočítaná k sume vstupných váhovaných hodnôt. Na výsledok sa následne aplikuje aktivačná funkcia. Takýto výstup je následne prepojeniami posielaný do ďalších neurónov. Špeciálny prípad je neurón vstupnej a výstupnej vrstvy. Na vstupe totiž neurón hodnotu iba posiela ďalej a na výstupe po spracovaní nie je zasielaná nikam - predstavuje výsledok siete.



Obr. 1.2: *Štruktúra doprednej neurónovej siete*

1.3.2 Učenie neurónovej siete

Učenie predstavuje kľúčovú aktivitou pre schopnosť siete produkovať požadované výsledky. Spočíva vo vystavovaní neurónovej siete tréningovým dátam, ktoré sa sieť snaží interpretovať.

Učenie s učiteľom je metóda, pri ktorej je dostupná sada tréningových dát „označená". Pri interpretovaní výsledku je možné okamžite určiť, aká chyba nastala a následne ju propagovať do siete. Na toto sa využíva tzv. *spätná propagácia*, ktorá upravuje váhy siete v rozsahu chyby, ktorá nastala - rozdiel medzi správnym výsledkom pre daný vstup a samotným výsledkom siete.

Učenie bez učiteľa predstavuje alternatívnu metódu, pri ktorej tréningové dáta nemajú dostupné výsledky. Neurónová sieť sa sama učí rozhodnúť, čo je pre ňu relevantné. Učenie bez učiteľa predstavuje možnosť ako získať takmer neobmedzené množstvá tréningových dát tam, kde učenie s učiteľom vyžaduje manuálne a kvôli časovej náročnosti nedostupné označovanie.

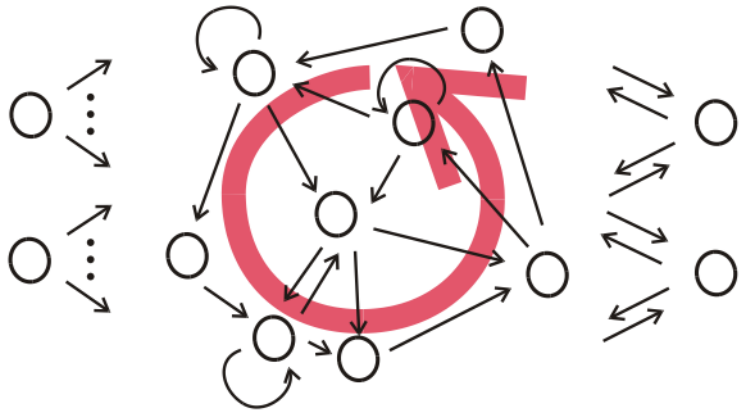
1.3.3 Hyperparametre

Nastavenia, pomocou ktorých kontrolujeme správanie neurónových sietí sa nazývajú *hyperparametre*. Tieto hodnoty nie sú získané učením siete pokiaľ nemodelujeme vnorený systém za týmto účelom. Príkladom hyperparametra je počet skrytých vrstiev neurónovej siete. Pri nízkom počte nebude model schopný naučiť sa funkciu definovanú problémom. Pri vysokom počte je možné, že sieť v sebe uloží menší tréningový dataset, nazývané tiež ako problém *preučenia*. Pri preučení sieť nezíska schopnosť generalizácie problému kvôli sledovaniu tréningového datasetu. Je zjavné, že zvolenie správnych hyperparametrov má pre výsledky metódy kľúčovú úlohu. Medzi ďalšie významné hyperparametre patria:

- Šírka jednotlivých vrstiev
- Rýchlosť učenia
- Momentum
- Aktivačné funkcie neurónov

1.3.4 Pokročilé modely

Do popredia výskumu sa v súčasnosti dostávajú pokročilé modely, ktoré už nie sú obmedzené na jednoduchý dopredný prístup. Vďaka rapídnemu zvyšovaniu výkonu grafických kariet sa čoraz častejšie aplikujú rekurentné modely neurónových sietí. Špecializáciou rekurentných sietí je práca so sekvenčnými dátami. Tieto siete predstavujú generalizáciu dopredných modelov ich rozšírením o cyklické prepojenia. Takýmto spôsobom je možné využiť súčasnú hodnotu premennej na ovplyvnenie vlastnej hodnoty v budúcnosti. Cyklický charakter rekurentného modelu je zobrazený na obr. 1.3.



Obr. 1.3: *Štruktúra rekurentnej neurónovej siete*

1.4 Výskum v danej oblasti

Kapitola 2

Dizajn

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat.

2.1 Časť

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat. Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero eros et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue duis dolore te feugait nulla facilisi. Nam liber tempor cum soluta nobis eleifend option congue nihil imperdiet doming id quod mazim placerat facer possim assum. Typi non habent claritatem insitam; est usus legentis in iis qui facit eorum claritatem. Investigationes demonstraverunt lectores legere me lius quod ii legunt saepius. Claritas est etiam processus dynamicus, qui sequitur mutationem consuetudium lectorum.

Mirum est notare quam littera gothica, quam nunc putamus parum claram, anteposuerit litterarum formas humanitatis per seacula quarta decima et quinta decima. Eodem modo typi, qui nunc nobis videntur parum clari, fiant sollemnes in futurum.

Kapitola 3

Záver

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Morbi sit amet arcu. Fusce pharetra dapibus elit. Duis malesuada. Proin at elit vitae quam cursus tristique. Quisque fermentum. Praesent dictum. Nullam vehicula. Nunc pharetra dolor ut velit. Sed pulvinar, est sed congue tempor, nibh arcu cursus enim, quis consequat magna lacus sed pede. In sagittis. Etiam volutpat, velit id tincidunt egestas, augue ligula auctor eros, sit amet viverra sapien tortor at odio. In diam libero, fringilla ut, adipiscing condimentum, ultricies at, dui. Phasellus vitae risus.

Pellentesque vulputate ante ut diam. Sed adipiscing malesuada odio. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Nam a leo. Praesent velit. Aenean vehicula accumsan quam. Nulla dolor lorem, imperdiet a, ullamcorper hendrerit, ultrices at, urna. Integer placerat ligula id purus. Sed id nisl. Pellentesque tincidunt neque in lacus. In non quam et felis suscipit viverra.