



FAKULTA
INFORMATIKY
Masarykova univerzita

Vektorové reprezentace ve vyhledávání znalostí

Vector Space Representations in Information Retrieval

Vít Novotný

witiko@mail.muni.cz

6. února 2017



Obsah

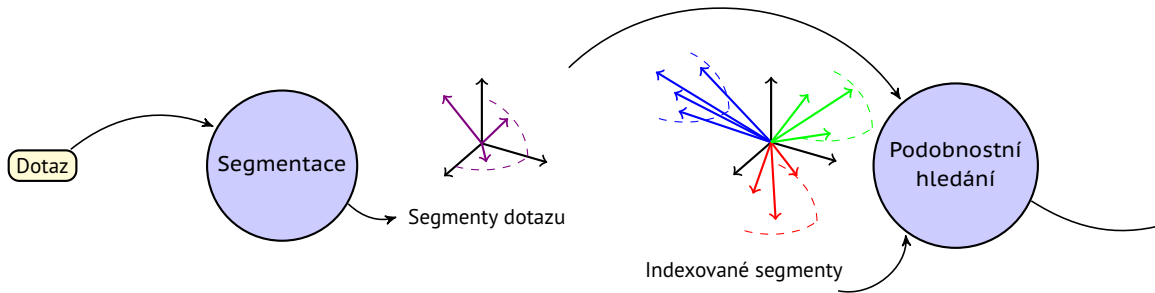
1. Úvod
2. Datová sada
3. Segmentované vyhledávání
4. Modelování synonymie
5. Závěr a budoucí výzkum

Úvod

- V rámci výzkumné skupiny Math Information Retrieval (MIR) jsem se ve spolupráci s firmou RaRe Technologies zúčastnil třetího kola projektu **TA ČR Omega**.

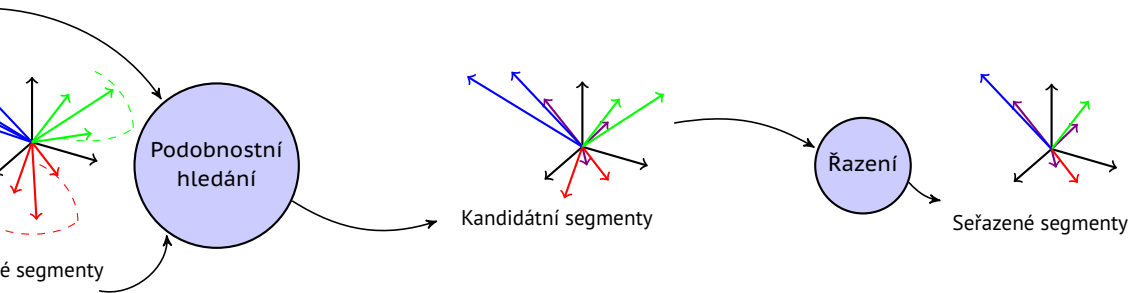
Úvod

- V rámci výzkumné skupiny Math Information Retrieval (MIR) jsem se ve spolupráci s firmou RaRe Technologies zúčastnil třetího kola projektu TA ČR Omega.
- Cíl byl vyvinout **segmentující vyhledávač** nestrukturovaných textových dokumentů:



Úvod

- V rámci výzkumné skupiny Math Information Retrieval (MIR) jsem se ve spolupráci s firmou RaRe Technologies zúčastnil třetího kola projektu TA ČR Omega.
- Cíl byl vyvinout **segmentující vyhledávač** nestrukturovaných textových dokumentů:



Úvod

- V rámci výzkumné skupiny Math Information Retrieval (MIR) jsem se ve spolupráci s firmou RaRe Technologies zúčastnil třetího kola projektu TA ČR Omega.
- Cíl byl vyvinout segmentující vyhledávač nestrukturovaných textových dokumentů.
- V rámci projektu jsem dostal možnost prezentovat náš výzkum na ACL 2017.

Úvod

- V rámci výzkumné skupiny Math Information Retrieval (MIR) jsem se ve spolupráci s firmou RaRe Technologies zúčastnil třetího kola projektu TA ČR Omega.
- Cíl byl vyvinout segmentující vyhledávač nestrukturovaných textových dokumentů.
- V rámci projektu jsem dostal možnost prezentovat náš výzkum na ACL 2017.
- V návaznosti na výzkum prezentovaný na ACL 2017 jsem provedl **sérii experimentů**, které jsou předmětem této diplomové práce:

Úvod

- V rámci výzkumné skupiny Math Information Retrieval (MIR) jsem se ve spolupráci s firmou RaRe Technologies zúčastnil třetího kola projektu TA ČR Omega.
- Cíl byl vyvinout segmentující vyhledávač nestrukturovaných textových dokumentů.
- V rámci projektu jsem dostal možnost prezentovat náš výzkum na ACL 2017.
- V návaznosti na výzkum prezentovaný na ACL 2017 jsem provedl **sérii experimentů**, které jsou předmětem této diplomové práce:
 1. U vyhledávačů, které musí vždy navrátit celé dokumenty a nikoliv pouze segmenty, lze **agregací nalezených segmentů** zlepšit kvalitu výsledků oproti hledání bez segmentace.

Úvod

- V rámci výzkumné skupiny Math Information Retrieval (MIR) jsem se ve spolupráci s firmou RaRe Technologies zúčastnil třetího kola projektu TA ČR Omega.
- Cíl byl vyvinout segmentující vyhledávač nestrukturovaných textových dokumentů.
- V rámci projektu jsem dostal možnost prezentovat náš výzkum na ACL 2017.
- V návaznosti na výzkum prezentovaný na ACL 2017 jsem provedl **sérii experimentů**, které jsou předmětem této diplomové práce:
 1. U vyhledávačů, které musí vždy navrátit celé dokumenty a nikoliv pouze segmenty, lze agregací nalezených segmentů zlepšit kvalitu výsledků oproti hledání bez segmentace.
 2. Rozšířením standardního vektorového modelu o neortogonalitu mezi bázovými vektory lze **modelovat synonymitu slov** a docílit dalšího zlepšení kvality výsledků.



Datová sada

- V rámci obou experimentů jsem využil datovou sadu pro úlohu 3 (zodpovídání dotazů) z ročníků 2016 a 2017 soutěže SemEval.

Datová sada

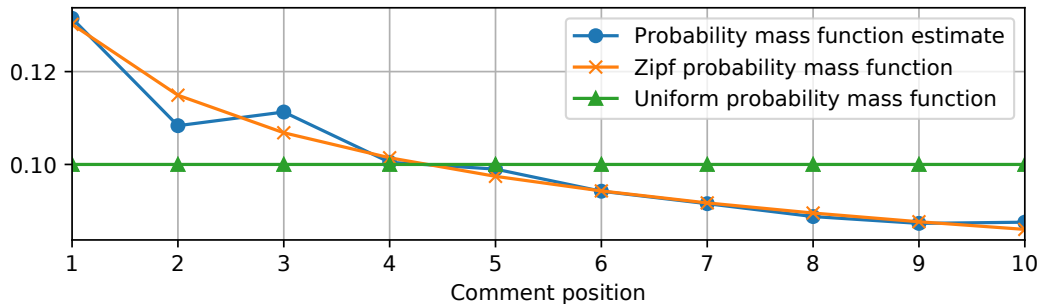
- V rámci obou experimentů jsem využil datovou sadu pro úlohu 3 (zodpovídání dotazů) z ročníků 2016 a 2017 soutěže SemEval.
- Datové sady pro podúlohu 3a obsahují **vlákna s dotazem a prvními deseti komentáři** spolu s anotací, jestli **je komentář relevantní k dotazu**.

Datová sada

- V rámci obou experimentů jsem využil datovou sadu pro úlohu 3 (zodpovídání dotazů) z ročníků 2016 a 2017 soutěže SemEval.
- Datové sady pro podúlohu 3a obsahují **vlákna s dotazem a prvními deseti komentáři** spolu s anotací, jestli **je komentář relevantní k dotazu**.
 - Mike Godwin roku 1991 formuloval empirické pravidlo, že „s rostoucí délkou UseNetové diskuze se pravděpodobnost přirovnání zmiňujícího nacisty nebo Hitlera blíží k jedné.“

Datová sada

- V rámci obou experimentů jsem využil datovou sadu pro úlohu 3 (zodpovídání dotazů) z ročníků 2016 a 2017 soutěže SemEval.
- Datové sady pro podúlohu 3a obsahují **vlákna s dotazem a prvními deseti komentáři** spolu s anotací, jestli **je komentář relevantní k dotazu**.
 - Mike Godwin roku 1991 formuloval empirické pravidlo, že „s rostoucí délkou UseNetové diskuze se pravděpodobnost přirovnání zmiňujícího nacisty nebo Hitlera blíží k jedné.“
 - Na základě tohoto pravidla jsem formuloval a vyvrátil hypotézu, že **pravděpodobnost výskytu relevantních komentářů na jednotlivých pozicích je rovnoměrná**.



Obrázek: Odhad pravděpodobnostní funkce $P(\text{na pozici } i \mid \text{relevantní})$ vyobrazený modře spolu s pravděpodobnostními funkcemi Zipfova (oranžový graf) a rovnoměrného rozdělení (zelený graf).

Datová sada

- V rámci obou experimentů jsem využil datovou sadu pro úlohu 3 (zodpovídání dotazů) z ročníků 2016 a 2017 soutěže SemEval.
- Datové sady pro podúlohu 3a obsahují **vlákna s dotazem a prvními deseti komentáři** spolu s anotací, jestli **je komentář relevantní k dotazu**.
 - Mike Godwin roku 1991 formuloval empirické pravidlo, že „s rostoucí délkou UseNetové diskuze se pravděpodobnost přirovnání zmiňujícího nacisty nebo Hitlera blíží k jedné.“
 - Na základě tohoto pravidla jsem formuloval a vyvrátil hypotézu, že **pravděpodobnost výskytu relevantních komentářů na jednotlivých pozicích je rovnoměrná**.

Datová sada

- V rámci obou experimentů jsem využil datovou sadu pro úlohu 3 (zodpovídání dotazů) z ročníků 2016 a 2017 soutěže SemEval.
- Datové sady pro podúlohu 3a obsahují **vlákna s dotazem a prvními deseti komentáři** spolu s anotací, jestli **je komentář relevantní k dotazu**.
 - Mike Godwin roku 1991 formuloval empirické pravidlo, že „s rostoucí délkou UseNetové diskuze se pravděpodobnost přirovnání zmiňujícího nacisty nebo Hitlera blíží k jedné.“
 - Na základě tohoto pravidla jsem formuloval a vyvrátil hypotézu, že pravděpodobnost výskytu relevantních komentářů na jednotlivých pozicích je rovnoměrná.
- Datové sady pro podúlohu 3b obsahují dotazy a **pro každý dotaz deset vláken** spolu s anotací, jestli se **vlákno týká dotazu**. Vlákna řadíme podle podobnosti k dotazu.

Datová sada

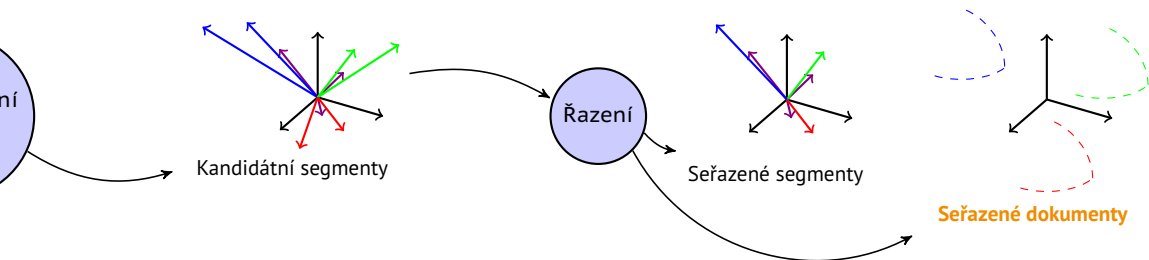
- V rámci obou experimentů jsem využil datovou sadu pro úlohu 3 (zodpovídání dotazů) z ročníků 2016 a 2017 soutěže SemEval.
- Datové sady pro podúlohu 3a obsahují **vlákna s dotazem a prvními deseti komentáři** spolu s anotací, jestli **je komentář relevantní k dotazu**.
 - Mike Godwin roku 1991 formuloval empirické pravidlo, že „s rostoucí délkou UseNetové diskuze se pravděpodobnost přirovnání zmiňujícího nacisty nebo Hitlera blíží k jedné.“
 - Na základě tohoto pravidla jsem formuloval a vyvrátil hypotézu, že pravděpodobnost výskytu relevantních komentářů na jednotlivých pozicích je rovnoměrná.
- Datové sady pro podúlohu 3b obsahují dotazy a **pro každý dotaz deset vláken** spolu s anotací, jestli se **vlákno týká dotazu**. Vlákna řadíme podle podobnosti k dotazu.
 - Tyto datové sady byly použity pro evaluaci v obou následujících experimentech.

Segmentované vyhledávání

- Vyhledávač navržený v projektu Omega indexuje a navrácí **tématicky koherentní segmenty dokumentů**. Vyhledávače však často musí navracet celé dokumenty.

Segmentované vyhledávání

- Vyhledávač navržený v projektu Omega indexuje a navrácí tématicky koherentní segmenty dokumentů. Vyhledávače však často musí navracet celé dokumenty.
- V rámci experimentu jsem vyhledávač rozšířil o komponentu, která **agreguje podobnost segmentů vůči dotazu** do odhadu podobnosti dokumentu vůči dotazu:



Segmentované vyhledávání

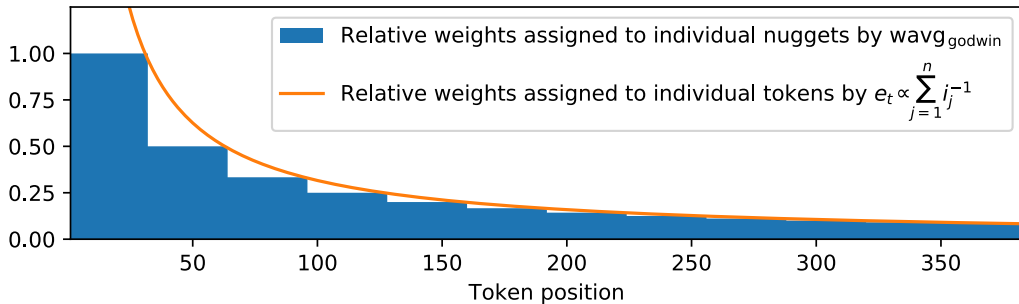
- Vyhledávač navržený v projektu Omega indexuje a navrácí tématicky koherentní segmenty dokumentů. Vyhledávače však často musí navracet celé dokumenty.
- V rámci experimentu jsem vyhledávač rozšířil o komponentu, která agreguje podobnost segmentů vůči dotazu do odhadu podobnosti dokumentu vůči dotazu.
 - **Vlákná představují dokumenty, dotaz a komentáře uvnitř vláken představují segmenty.**

Segmentované vyhledávání

- Vyhledávač navržený v projektu Omega indexuje a navrácí tématicky koherentní segmenty dokumentů. Vyhledávače však často musí navracet celé dokumenty.
- V rámci experimentu jsem vyhledávač rozšířil o komponentu, která agreguje podobnost segmentů vůči dotazu do odhadu podobnosti dokumentu vůči dotazu.
 - Vlákna představují dokumenty, dotaz a komentáře uvnitř vláken představují segmenty.
 - S ohledem na analýzu datových sad podúlohy 3a je hlavním agregačním mechanismem **vážený průměr s vahou i^{-1} pro komentář na pozici i** . Tento mechanismus **porazil vítěze** ročníků 2016 a 2017 soutěže SemEval.

Segmentované vyhledávání

- Vyhledávač navržený v projektu Omega indexuje a navrácí tématicky koherentní segmenty dokumentů. Vyhledávače však často musí navracet celé dokumenty.
- V rámci experimentu jsem vyhledávač rozšířil o komponentu, která agreguje podobnost segmentů vůči dotazu do odhadu podobnosti dokumentu vůči dotazu.
 - Vlákna představují dokumenty, dotaz a komentáře uvnitř vláken představují segmenty.
 - S ohledem na analýzu datových sad podúlohy 3a je hlavním agregačním mechanismem **vážený průměr s vahou i^{-1} pro komentář na pozici i** . Tento mechanismus porazil vítěze ročníků 2016 a 2017 soutěže SemEval.
 - Pro srovnání byl otestován i **vyhledávač bez segmentace**, který analogickým způsobem **váží jednotlivá slova dokumentu**. Tento vyhledávač **byl poražen baseline výsledkem**.



Obrázek: Poměrný dopad jednotlivých slov v dokumentu na výsledný odhad podobnosti při váženém průměru jednotlivých segmentů (modře vyplněný graf) a při váženém průměru jednotlivých slov (oranžový graf).

Segmentované vyhledávání

- Vyhledávač navržený v projektu Omega indexuje a navrácí tématicky koherentní segmenty dokumentů. Vyhledávače však často musí navracet celé dokumenty.
- V rámci experimentu jsem vyhledávač rozšířil o komponentu, která agreguje podobnost segmentů vůči dotazu do odhadu podobnosti dokumentu vůči dotazu.
 - Vlákna představují dokumenty, dotaz a komentáře uvnitř vláken představují segmenty.
 - S ohledem na analýzu datových sad podúlohy 3a je hlavním agregačním mechanismem **vážený průměr s vahou i^{-1} pro komentář na pozici i** . Tento mechanismus porazil vítěze ročníků 2016 a 2017 soutěže SemEval.
 - Pro srovnání byl otestován i **vyhledávač bez segmentace**, který analogickým způsobem **váží jednotlivá slova dokumentu**. Tento vyhledávač **byl poražen baseline výsledkem**.

Segmentované vyhledávání

- Vyhledávač navržený v projektu Omega indexuje a navrácí tématicky koherentní segmenty dokumentů. Vyhledávače však často musí navracet celé dokumenty.
- V rámci experimentu jsem vyhledávač rozšířil o komponentu, která agreguje podobnost segmentů vůči dotazu do odhadu podobnosti dokumentu vůči dotazu.
 - Vlákna představují dokumenty, dotaz a komentáře uvnitř vláken představují segmenty.
 - S ohledem na analýzu datových sad podúlohy 3a je hlavním agregačním mechanismem vážený průměr s vahou i^{-1} pro komentář na pozici i . Tento mechanismus porazil vítěze ročníků 2016 a 2017 soutěže SemEval.
 - Pro srovnání byl otestován i vyhledávač bez segmentace, který analogickým způsobem váží jednotlivá slova dokumentu. Tento vyhledávač byl poražen baseline výsledkem.
 - Pro srovnání byl otestován i **vyhledávač bez segmentace**, který **z vláken zachovává pouze úvodní dotaz**. Tento vyhledávač **porazil baseline výsledek, ale ne vítěze soutěže**.



Modelování synonymie

- Vyhledávač navržený v projektu Omega reprezentuje dokumenty pomocí **slovních histogramů (bag of words)**, nebo pomocí **histogramů témat (LSA)**.

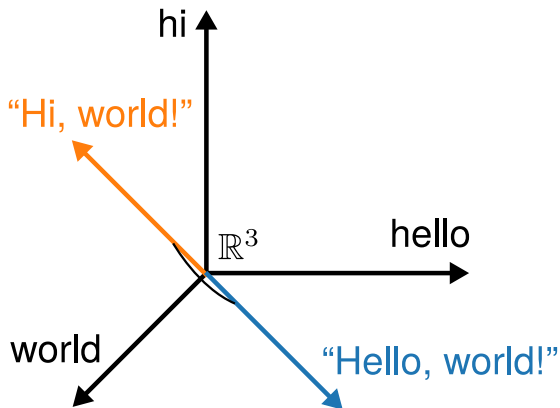


Modelování synonymie

- Vyhledávač navržený v projektu Omega reprezentuje dokumenty pomocí slovních histogramů (bag of words), nebo pomocí histogramů témat (LSA).
- **Podobnost** dvou dokumentů **je dána kosinem úhlu** mezi histogramy.

Modelování synonymie

- Vyhledávač navržený v projektu Omega reprezentuje dokumenty pomocí slovních histogramů (bag of words), nebo pomocí histogramů témat (LSA).
- Podobnost dvou dokumentů je dána kosinem úhlu mezi histogramy.
- S ohledem na modelování synonymie slov trpí obě reprezentace neduhy:
 - Standardní model předpokládá, že **histogramy zadávají souřadnice v ortogonální bázi**.



Obrázek: Standardní model předpokládá, že histogramy zadávají souřadnice v ortogonální bázi.

Modelování synonymie

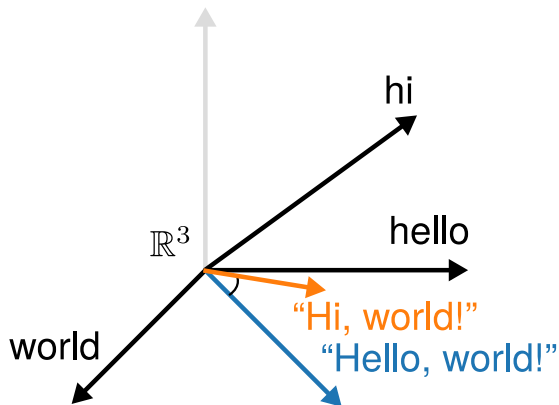
- Vyhledávač navržený v projektu Omega reprezentuje dokumenty pomocí slovních histogramů (bag of words), nebo pomocí histogramů témat (LSA).
- Podobnost dvou dokumentů je dána kosinem úhlu mezi histogramy.
- S ohledem na modelování synonymie slov trpí obě reprezentace neduhy:
 - Standardní model předpokládá, že **histogramy zadávají souřadnice v ortogonální bázi**.

Modelování synonymie

- Vyhledávač navržený v projektu Omega reprezentuje dokumenty pomocí slovních histogramů (bag of words), nebo pomocí histogramů témat (LSA).
- Podobnost dvou dokumentů je dána kosinem úhlu mezi histogramy.
- S ohledem na modelování synonymie slov trpí obě reprezentace neduhy:
 - Standardní model předpokládá, že histogramy zadávají souřadnice v ortogonální bázi.
 - LSA **shlukuje slova** do témat výhradně **na základě jejich souvýskytu** v segmentech.

Modelování synonymie

- Vyhledávač navržený v projektu Omega reprezentuje dokumenty pomocí slovních histogramů (bag of words), nebo pomocí histogramů témat (LSA).
- Podobnost dvou dokumentů je dána kosinem úhlu mezi histogramy.
- S ohledem na modelování synonymie slov trpí obě reprezentace neduhy:
 - Standardní model předpokládá, že histogramy zadávají souřadnice v ortogonální bázi.
 - LSA shlukuje slova do témat výhradně na základě jejich souvýskytu v segmentech.
- Vyhledávač jsem rozšířil, aby **nepředpokládal, že bazové vektory jsou ortogonální**.



Obrázek: Rozšířený model předpokládá, že histogramy zadávají souřadnice v libovolné bázi.

Modelování synonymie

- Vyhledávač navržený v projektu Omega reprezentuje dokumenty pomocí slovních histogramů (bag of words), nebo pomocí histogramů témat (LSA).
- Podobnost dvou dokumentů je dána kosinem úhlu mezi histogramy.
- S ohledem na modelování synonymie slov trpí obě reprezentace neduhy:
 - Standardní model předpokládá, že histogramy zadávají souřadnice v ortogonální bázi.
 - LSA shlukuje slova do témat výhradně na základě jejich souvýskytu v segmentech.
- Vyhledávač jsem rozšířil, aby **nepředpokládal, že bazové vektory jsou ortogonální**.

Modelování synonymie

- Vyhledávač navržený v projektu Omega reprezentuje dokumenty pomocí slovních histogramů (bag of words), nebo pomocí histogramů témat (LSA).
- Podobnost dvou dokumentů je dána kosinem úhlu mezi histogramy.
- S ohledem na modelování synonymie slov trpí obě reprezentace neduhy:
 - Standardní model předpokládá, že histogramy zadávají souřadnice v ortogonální bázi.
 - LSA shlukuje slova do témat výhradně na základě jejich souvýskytu v segmentech.
- Vyhledávač jsem rozšířil, aby nepředpokládal, že bázevé vektory jsou ortogonální.
 - **Skalární součin** bázevéch vektorů je **zadán Gramovou maticí S** velikosti n .

Modelování synonymie

- Vyhledávač navržený v projektu Omega reprezentuje dokumenty pomocí slovních histogramů (bag of words), nebo pomocí histogramů témat (LSA).
- Podobnost dvou dokumentů je dána kosinem úhlu mezi histogramy.
- S ohledem na modelování synonymie slov trpí obě reprezentace neduhy:
 - Standardní model předpokládá, že histogramy zadávají souřadnice v ortogonální bázi.
 - LSA shlukuje slova do témat výhradně na základě jejich souvýskytu v segmentech.
- Vyhledávač jsem rozšířil, aby nepředpokládal, že bazové vektory jsou ortogonální.
 - Skalární součin bazových vektorů je zadán Gramovou maticí \mathbf{S} velikosti n .
 - Popsal jsem, kdy lze **vypočítat kosinus úhlu v konstatním čase**.

Modelování synonymie

- Vyhledávač navržený v projektu Omega reprezentuje dokumenty pomocí slovních histogramů (bag of words), nebo pomocí histogramů témat (LSA).
- Podobnost dvou dokumentů je dána kosinem úhlu mezi histogramy.
- S ohledem na modelování synonymie slov trpí obě reprezentace neduhy:
 - Standardní model předpokládá, že histogramy zadávají souřadnice v ortogonální bázi.
 - LSA shlukuje slova do témat výhradně na základě jejich souvýskytu v segmentech.
- Vyhledávač jsem rozšířil, aby nepředpokládal, že bazové vektory jsou ortogonální.
 - Skalární součin bazových vektorů je zadán Gramovou maticí \mathbf{S} velikosti n .
 - Popsal jsem, kdy lze vypočítat kosinus úhlu v konstatním čase.
 - Popsal jsem, jak **v čase $\mathcal{O}(n^3)$ vypočítat matici přechodu do ortogonální báze.**

Modelování synonymie

- Vyhledávač navržený v projektu Omega reprezentuje dokumenty pomocí slovních histogramů (bag of words), nebo pomocí histogramů témat (LSA).
- Podobnost dvou dokumentů je dána kosinem úhlu mezi histogramy.
- S ohledem na modelování synonymie slov trpí obě reprezentace neduhy:
 - Standardní model předpokládá, že histogramy zadávají souřadnice v ortogonální bázi.
 - LSA shlukuje slova do témat výhradně na základě jejich souvýskytu v segmentech.
- Vyhledávač jsem rozšířil, aby nepředpokládal, že bazové vektory jsou ortogonální.
 - Skalární součin bazových vektorů je zadán Gramovou maticí **S** velikosti n .
 - Popsal jsem, kdy lze vypočítat kosinus úhlu v konstatním čase.
 - Popsal jsem, jak v čase $\mathcal{O}(n^3)$ vypočítat matici přechodu do ortogonální báze.
 - Zdefinoval jsem trojici matic **S**, které **modelují různé rysy synonymie**.

Modelování synonymie

- Vyhledávač navržený v projektu Omega reprezentuje dokumenty pomocí slovních histogramů (bag of words), nebo pomocí histogramů témat (LSA).
- Podobnost dvou dokumentů je dána kosinem úhlu mezi histogramy.
- S ohledem na modelování synonymie slov trpí obě reprezentace neduhy:
 - Standardní model předpokládá, že histogramy zadávají souřadnice v ortogonální bázi.
 - LSA shlukuje slova do témat výhradně na základě jejich souvýskytu v segmentech.
- Vyhledávač jsem rozšířil, aby nepředpokládal, že bazové vektory jsou ortogonální.
 - Skalární součin bazových vektorů je zadán Gramovou maticí **S** velikosti n .
 - Popsal jsem, kdy lze vypočítat kosinus úhlu v konstatním čase.
 - Popsal jsem, jak v čase $\mathcal{O}(n^3)$ vypočítat matici přechodu do ortogonální báze.
 - Zdefinoval jsem trojici matic **S**, které modelují různé rysy synonymie.
 - Diskutoval jsem **implementaci ve vektorových databázích a invertovaných indexech**.

Modelování synonymie

- Vyhledávač navržený v projektu Omega reprezentuje dokumenty pomocí slovních histogramů (bag of words), nebo pomocí histogramů témat (LSA).
- Podobnost dvou dokumentů je dána kosinem úhlu mezi histogramy.
- S ohledem na modelování synonymie slov trpí obě reprezentace neduhy:
 - Standardní model předpokládá, že histogramy zadávají souřadnice v ortogonální bázi.
 - LSA shlukuje slova do témat výhradně na základě jejich souvýskytu v segmentech.
- Vyhledávač jsem rozšířil, aby nepředpokládal, že bazové vektory jsou ortogonální.
 - Skalární součin bazových vektorů je zadán Gramovou maticí **S** velikosti n .
 - Popsal jsem, kdy lze vypočítat kosinus úhlu v konstatním čase.
 - Popsal jsem, jak v čase $\mathcal{O}(n^3)$ vypočítat matici přechodu do ortogonální báze.
 - Zdefinoval jsem trojici matic **S**, které modelují různé rysy synonymie.
 - Diskutoval jsem implementaci ve vektorových databázích a invertovaných indexech.
 - Dosáhl jsem **srovnatelných výsledků s vítězi** ročníků 2016 a 2017 soutěže SemEval.



Závěr a budoucí výzkum

- Objevil jsem **statisticky významný vztah mezi pozicí příspěvku** v diskuzi **a jeho relevancí** k tématu diskuze na datových sadách soutěže SemEval.

Závěr a budoucí výzkum

- Objevil jsem **statisticky významný vztah mezi pozicí příspěvku** v diskuzi **a jeho relevancí** k tématu diskuze na datových sadách soutěže SemEval.
 - Budoucí výzkum by měl toto pozorování potvrdit na **nezávislých datových sadách**.

Závěr a budoucí výzkum

- Objevil jsem statisticky významný vztah mezi pozicí příspěvku v diskuzi a jeho relevancí k tématu diskuze na datových sadách soutěže SemEval.
 - Budoucí výzkum by měl toto pozorování potvrdit na nezávislých datových sadách.
- Popsal jsem **dvojici technik**, pomocí kterých lze **zlepšit kvalitu výsledků** běžného vyhledávače **na úroveň *state-of-the-art*** výsledků ze soutěže SemEval.

Závěr a budoucí výzkum

- Objevil jsem statisticky významný vztah mezi pozicí příspěvku v diskuzi a jeho relevancí k tématu diskuze na datových sadách soutěže SemEval.
 - Budoucí výzkum by měl toto pozorování potvrdit na nezávislých datových sadách.
- Popsal jsem **dvojici technik**, pomocí kterých lze **zlepšit kvalitu výsledků** běžného vyhledávače **na úroveň state-of-the-art** výsledků ze soutěže SemEval.
 - Budoucí výzkum by se měl zaměřit na evaluaci systému, který **implementuje obě techniky současně**, ideálně na nezávislých datových sadách.

Závěr a budoucí výzkum

- Objevil jsem statisticky významný vztah mezi pozicí příspěvku v diskuzi a jeho relevancí k tématu diskuze na datových sadách soutěže SemEval.
 - Budoucí výzkum by měl toto pozorování potvrdit na nezávislých datových sadách.
- Popsal jsem dvojici technik, pomocí kterých lze zlepšit kvalitu výsledků běžného vyhledávače na úroveň *state-of-the-art* výsledků ze soutěže SemEval.
 - Budoucí výzkum by se měl zaměřit na evaluaci systému, který implementuje obě techniky současně, ideálně na nezávislých datových sadách.
- Kapitolu o agregaci jsem nezávisle zaslal na konferenci ECIR 2018.

Závěr a budoucí výzkum

- Objevil jsem statisticky významný vztah mezi pozicí příspěvku v diskuzi a jeho relevancí k tématu diskuze na datových sadách soutěže SemEval.
 - Budoucí výzkum by měl toto pozorování potvrdit na nezávislých datových sadách.
- Popsal jsem dvojici technik, pomocí kterých lze zlepšit kvalitu výsledků běžného vyhledávače na úroveň *state-of-the-art* výsledků ze soutěže SemEval.
 - Budoucí výzkum by se měl zaměřit na evaluaci systému, který implementuje obě techniky současně, ideálně na nezávislých datových sadách.
- Kapitulu o agregaci jsem nezávisle zaslal na konferenci ECIR 2018.
 - Jeden z recenzentů **navrhl článek na best paper award**.

Závěr a budoucí výzkum

- Objevil jsem statisticky významný vztah mezi pozicí příspěvku v diskuzi a jeho relevancí k tématu diskuze na datových sadách soutěže SemEval.
 - Budoucí výzkum by měl toto pozorování potvrdit na nezávislých datových sadách.
- Popsal jsem dvojici technik, pomocí kterých lze zlepšit kvalitu výsledků běžného vyhledávače na úroveň *state-of-the-art* výsledků ze soutěže SemEval.
 - Budoucí výzkum by se měl zaměřit na evaluaci systému, který implementuje obě techniky současně, ideálně na nezávislých datových sadách.
- Kapitulu o agregaci jsem nezávisle zaslal na konferenci ECIR 2018.
 - Jeden z recenzentů navrhl článek na *best paper award*.
 - Článek byl **zamítnut** kvůli údajné **nedostatečné obecnosti použitých datových sad**.

Závěr a budoucí výzkum

- Objevil jsem statisticky významný vztah mezi pozicí příspěvku v diskuzi a jeho relevancí k tématu diskuze na datových sadách soutěže SemEval.
 - Budoucí výzkum by měl toto pozorování potvrdit na nezávislých datových sadách.
- Popsal jsem dvojici technik, pomocí kterých lze zlepšit kvalitu výsledků běžného vyhledávače na úroveň *state-of-the-art* výsledků ze soutěže SemEval.
 - Budoucí výzkum by se měl zaměřit na evaluaci systému, který implementuje obě techniky současně, ideálně na nezávislých datových sadách.
- Kapitulu o agregaci jsem nezávisle zaslal na konferenci ECIR 2018.
 - Jeden z recenzentů navrhl článek na *best paper award*.
 - Článek byl zamítnut kvůli údajné nedostatečné obecnosti použitých datových sad.
- Načrtnul jsem, jak by mohl agregační mechanismus **využívat strojové učení**.

Závěr a budoucí výzkum

- Objevil jsem statisticky významný vztah mezi pozicí příspěvku v diskuzi a jeho relevancí k tématu diskuze na datových sadách soutěže SemEval.
 - Budoucí výzkum by měl toto pozorování potvrdit na nezávislých datových sadách.
- Popsal jsem dvojici technik, pomocí kterých lze zlepšit kvalitu výsledků běžného vyhledávače na úroveň *state-of-the-art* výsledků ze soutěže SemEval.
 - Budoucí výzkum by se měl zaměřit na evaluaci systému, který implementuje obě techniky současně, ideálně na nezávislých datových sadách.
- Kapitulu o agregaci jsem nezávisle zaslal na konferenci ECIR 2018.
 - Jeden z recenzentů navrhl článek na *best paper award*.
 - Článek byl zamítnut kvůli údajné nedostatečné obecnosti použitých datových sad.
- Načrtnul jsem, jak by mohl agregační mechanismus využívat strojové učení.
- Neortogonální model jsem **zanesl do knihovny Gensim pro modelování jazyka**.



Děkuji vám za pozornost.

Reakce na posudek vedoucího

*Interpretujte obrázky 4.1–4.5 a způsoby nastavení prahu **hustoty matice** S_{rel} .*

Reakce na posudek vedoucího

Interpretujte obrázky 4.1–4.5 a způsoby nastavení prahu hustoty matice \mathbf{S}_{rel} .

- První z popsanych a testovaných matic \mathbf{S} je **matice \mathbf{S}_{rel}** , která **odvozuje úhel mezi dvěma bázovými vektory z úhlu mezi embeddingy příslušných slov**:

$$s_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{pokud } i = j, \\ 0 & \text{pokud } \langle \mathbf{v}_i / \|\mathbf{v}_i\|, \mathbf{v}_j / \|\mathbf{v}_j\| \rangle_{\mathbb{X}} \leq \theta_3 \text{ a} \\ \langle \mathbf{v}_i / \|\mathbf{v}_i\|, \mathbf{v}_j / \|\mathbf{v}_j\| \rangle_{\mathbb{X}}^{\theta_5} & \text{jinak.} \end{cases}$$

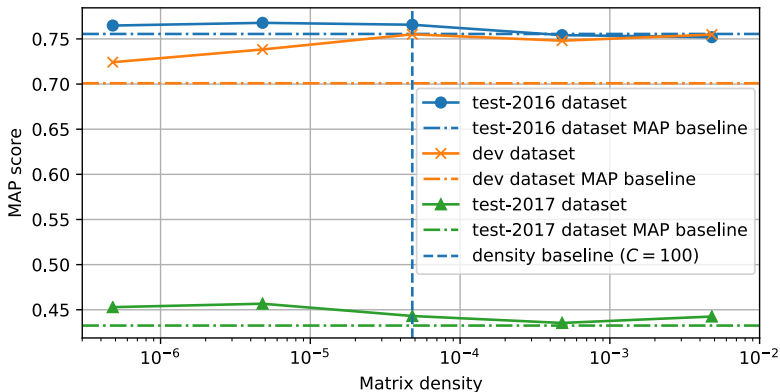
Reakce na posudek vedoucího

Interpretujte obrázky 4.1–4.5 a způsoby nastavení prahu hustoty matice \mathbf{S}_{rel} .

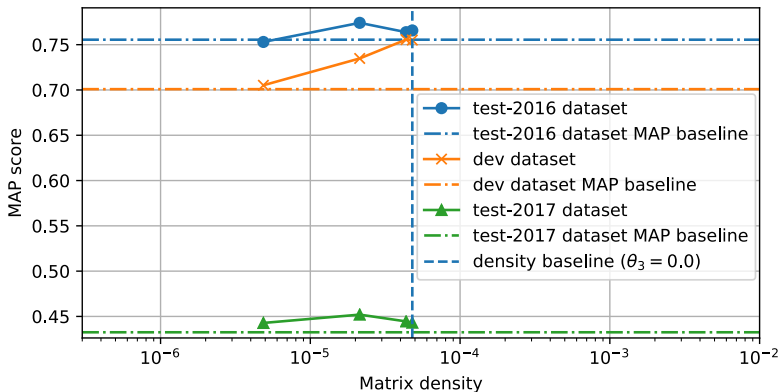
- První z popsaných a testovaných matic \mathbf{S} je matice \mathbf{S}_{rel} , která odvozuje úhel mezi dvěma báзовými vektory z úhlu mezi embeddingy příslušných slov:

$$s_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{pokud } i = j, \\ 0 & \text{pokud } \langle \mathbf{v}_i / \|\mathbf{v}_i\|, \mathbf{v}_j / \|\mathbf{v}_j\| \rangle_{\mathbb{X}} \leq \theta_3 \text{ a} \\ \langle \mathbf{v}_i / \|\mathbf{v}_i\|, \mathbf{v}_j / \|\mathbf{v}_j\| \rangle_{\mathbb{X}}^{\theta_5} & \text{jinak.} \end{cases}$$

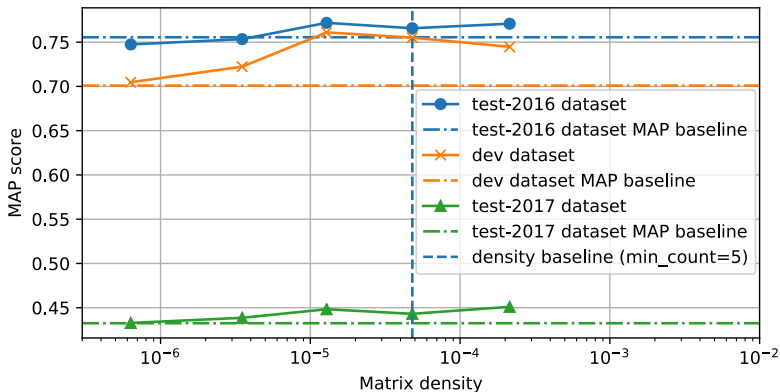
- **Hustotu** matice \mathbf{S}_{rel} lze řídit parametry C , θ_3 a `min_count`.



Obrázek: Graf MAP skóre a hustoty matice S_{rel} , při změně parametru C od hodnoty 1 (vlevo) po hodnotu 10 000 (vpravo). Vodorovné přímky značí MAP skóre při použití kosinové podobnosti. Svislá přímka značí výchozí hodnotu parametru C .



Obrázek: Graf MAP skóre a hustoty matice \mathbf{S}_{rel} , při změně parametru θ_3 od hodnoty 0,8 (vlevo) po hodnotu 0 (vpravo). Vodorovné přímky značí MAP skóre při použití kosinové podobnosti. Svislá přímka značí výchozí hodnotu parametru θ_3 .



Obrázek: Graf MAP skóre a hustoty matice S_{rel} , při změně parametru `min_count` od hodnoty 5 000 (vlevo) po hodnotu 0 (vpravo). Vodorovné přímky značí MAP skóre při použití kosinové podobnosti. Svislá přímka značí výchozí hodnotu parametru `min_count`.

Reakce na posudek vedoucího

Interpretujte obrázky 4.1–4.5 a způsoby nastavení prahu hustoty matice \mathbf{S}_{rel} .

- První z popsaných a testovaných matic \mathbf{S} je matice \mathbf{S}_{rel} , která odvozuje úhel mezi dvěma báзовými vektory z úhlu mezi embeddingy příslušných slov:

$$s_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{pokud } i = j, \\ 0 & \text{pokud } \langle \mathbf{v}_i / \|\mathbf{v}_i\|, \mathbf{v}_j / \|\mathbf{v}_j\| \rangle_{\mathbb{X}} \leq \theta_3 \text{ a} \\ \langle \mathbf{v}_i / \|\mathbf{v}_i\|, \mathbf{v}_j / \|\mathbf{v}_j\| \rangle_{\mathbb{X}}^{\theta_5} & \text{jinak.} \end{cases}$$

- **Hustotu** matice \mathbf{S}_{rel} lze řídit parametry C , θ_3 a `min_count`.

Reakce na posudek vedoucího

Interpretujte obrázky 4.1–4.5 a způsoby nastavení prahu hustoty matice \mathbf{S}_{rel} .

- První z popsaných a testovaných matic \mathbf{S} je matice \mathbf{S}_{rel} , která odvozuje úhel mezi dvěma báзовými vektory z úhlu mezi embeddingy příslušných slov.
 - Hustotu matice \mathbf{S}_{rel} lze řídit parametry C , θ_3 a `min_count`.
- Druhá z popsaných a testovaných matic \mathbf{S} je **matice \mathbf{S}_{lev}** , která **odvozuje úhel mezi dvěma báзовými vektory z Levenshteinovy vzdálenosti příslušných slov**:

$$s_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{pokud } i = j, \\ 0 & \text{pokud } \theta_1 \left(1 - \frac{\text{edit}(i,j)}{\max(b_i, b_j)}\right)^{\theta_2} \leq \theta_3 \text{ a} \\ \theta_1 \left(1 - \frac{\text{edit}(i,j)}{\max(b_i, b_j)}\right)^{\theta_2} & \text{jinak.} \end{cases}$$

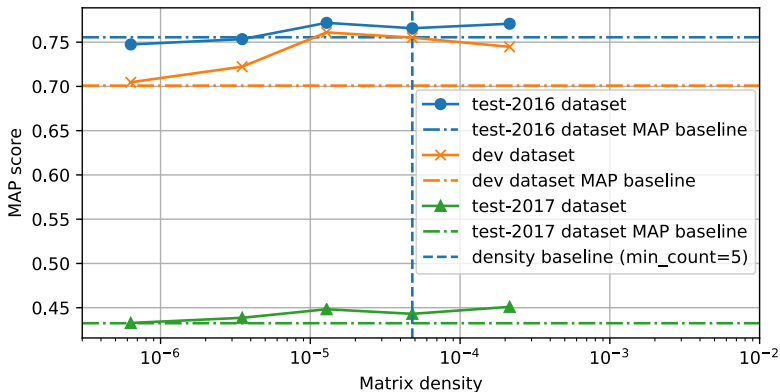
Reakce na posudek vedoucího

Interpretujte obrázky 4.1–4.5 a způsoby nastavení prahu hustoty matice \mathbf{S}_{rel} .

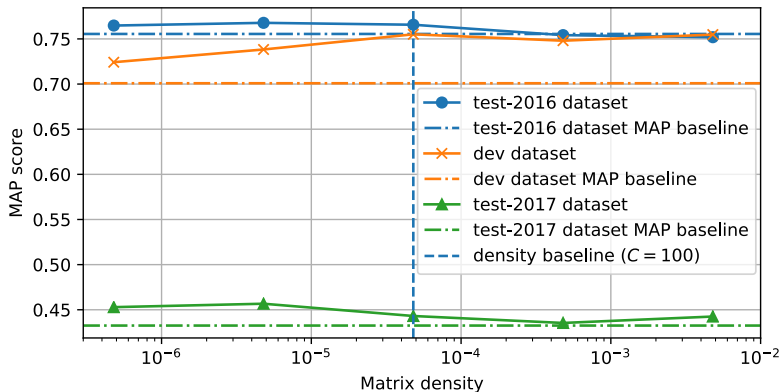
- První z popsaných a testovaných matic \mathbf{S} je matice \mathbf{S}_{rel} , která odvozuje úhel mezi dvěma báзовými vektory z úhlu mezi embeddingy příslušných slov.
 - Hustotu matice \mathbf{S}_{rel} lze řídit parametry C , θ_3 a min_count .
- Druhá z popsaných a testovaných matic \mathbf{S} je matice \mathbf{S}_{lev} , která odvozuje úhel mezi dvěma báзовými vektory z Levenshteinovy vzdálenosti příslušných slov:

$$s_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{pokud } i = j, \\ 0 & \text{pokud } \theta_1 \left(1 - \frac{\text{edit}(i,j)}{\max(b_i, b_j)} \right)^{\theta_2} \leq \theta_3 \text{ a} \\ \theta_1 \left(1 - \frac{\text{edit}(i,j)}{\max(b_i, b_j)} \right)^{\theta_2} & \text{jinak.} \end{cases}$$

- Hustotu matice \mathbf{S}_{lev} lze řídit parametry C a θ_3 .



Obrázek: Graf MAP skóre a hustoty matice S_{lev} , při změně parametru C od hodnoty 1 (vlevo) po hodnotu 1 000 (vpravo). Vodorovné přímky značí MAP skóre při použití kosinové podobnosti. Svislá přímka značí výchozí hodnotu parametru C .



Obrázek: Graf MAP skóre a hustoty matice S_{lev} , při změně parametru θ_3 od hodnoty 0,8 (vlevo) po hodnotu 0 (vpravo). Vodorovné přímky značí MAP skóre při použití kosinové podobnosti. Svislá přímka značí výchozí hodnotu parametru θ_3 .

Reakce na posudek vedoucího

Interpretujte obrázky 4.1–4.5 a způsoby nastavení prahu hustoty matice \mathbf{S}_{rel} .

- První z popsaných a testovaných matic \mathbf{S} je matice \mathbf{S}_{rel} , která odvozuje úhel mezi dvěma báзовými vektory z úhlu mezi embeddingy příslušných slov.
 - Hustotu matice \mathbf{S}_{rel} lze řídit parametry C , θ_3 a min_count .
- Druhá z popsaných a testovaných matic \mathbf{S} je matice \mathbf{S}_{lev} , která odvozuje úhel mezi dvěma báзовými vektory z Levenshteinovy vzdálenosti příslušných slov:

$$s_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{pokud } i = j, \\ 0 & \text{pokud } \theta_1 \left(1 - \frac{\text{edit}(i,j)}{\max(b_i, b_j)} \right)^{\theta_2} \leq \theta_3 \text{ a} \\ \theta_1 \left(1 - \frac{\text{edit}(i,j)}{\max(b_i, b_j)} \right)^{\theta_2} & \text{jinak.} \end{cases}$$

- Hustotu matice \mathbf{S}_{lev} lze řídit parametry C a θ_3 .

Reakce na posudek oponenta

*K obhajobě práce mám na autora jednu otázku: V kapitole 4.6 je popsána **metoda expanze dotazů**, která umožňuje nalézt i takové dokumenty, které neobsahují žádné termy z původního dotazu. Nabízí se však také **alternativní přístup**, který by **expandoval texty dokumentu** a indexoval je potom i pod expandovanými termy. **Jsou oba přístupy ekvivalentní**, nebo je některý z nich pro information retrieval výhodnější?*

Reakce na posudek oponenta

K obhajobě práce mám na autora jednu otázku: V kapitole 4.6 je popsána metoda expanze dotazů, která umožňuje nalézt i takové dokumenty, které neobsahují žádné termy z původního dotazu. Nabízí se však také alternativní přístup, který by expandoval texty dokumentu a indexoval je potom i pod expandovanými termy. Jsou oba přístupy ekvivalentní, nebo je některý z nich pro information retrieval výhodnější?

- V sekci 4.6 popisují, jak lze **neortogonální model implementovat pomocí expanze dotazu** na straně klienta.

d_2 = “I did enact Julius Caesar: I was killed i’ the Capitol”,

d_3 = “Give_unto_Caesar Brutus_Cassius choreographers_Bosco Julius_Caesar
therefore_onto_Caesar Marcus_Antonius Caesarion Gallic_Wars
Marcus_Crassus Antoninus Catiline Seleucus Gaius_Julius_Caesar
Theodoric Marcus_Tullius_Cicero unto_Caesar emperor_Nero

⋮

Benjamin Kenneth Philip Marcus Arthur Carl Fred Edward Jonathan Eric
Frank Anthony William Richard Robert enact Capitol killed Ididn’t
honestly myself I I my we the ’d ’m did was”.

Obrázek: Expanze dotazu na straně klienta.

Reakce na posudek oponenta

K obhajobě práce mám na autora jednu otázku: V kapitole 4.6 je popsána metoda expanze dotazů, která umožňuje nalézt i takové dokumenty, které neobsahují žádné termy z původního dotazu. Nabízí se však také alternativní přístup, který by expandoval texty dokumentu a indexoval je potom i pod expandovanými termy. Jsou oba přístupy ekvivalentní, nebo je některý z nich pro information retrieval výhodnější?

- V sekci 4.6 popisují, jak lze **neortogonální model implementovat pomocí expanze dotazu** na straně klienta.

Reakce na posudek oponenta

K obhajobě práce mám na autora jednu otázku: V kapitole 4.6 je popsána metoda expanze dotazů, která umožňuje nalézt i takové dokumenty, které neobsahují žádné termy z původního dotazu. Nabízí se však také alternativní přístup, který by expandoval texty dokumentu a indexoval je potom i pod expandovanými termy. Jsou oba přístupy ekvivalentní, nebo je některý z nich pro information retrieval výhodnější?

- V sekci 4.6 popisují, jak lze **neortogonální model implementovat pomocí expanze dotazu** na straně klienta.
 - Na serveru lze použít **běžný invertovaný index**, který uchovává původní dokumenty.

Reakce na posudek oponenta

K obhajobě práce mám na autora jednu otázku: V kapitole 4.6 je popsána metoda expanze dotazů, která umožňuje nalézt i takové dokumenty, které neobsahují žádné termy z původního dotazu. Nabízí se však také alternativní přístup, který by expandoval texty dokumentu a indexoval je potom i pod expandovanými termy. Jsou oba přístupy ekvivalentní, nebo je některý z nich pro information retrieval výhodnější?

- V sekci 4.6 popisují, jak lze **neortogonální model implementovat pomocí expanze dotazu** na straně klienta.
 - Na serveru lze použít běžný invertovaný index, který uchovává původní dokumenty.
 - Na klientovi lze použít **rozličné matice S** bez změny obsahu indexu.

Reakce na posudek oponenta

K obhajobě práce mám na autora jednu otázku: V kapitole 4.6 je popsána metoda expanze dotazů, která umožňuje nalézt i takové dokumenty, které neobsahují žádné termy z původního dotazu. Nabízí se však také alternativní přístup, který by expandoval texty dokumentu a indexoval je potom i pod expandovanými termy. Jsou oba přístupy ekvivalentní, nebo je některý z nich pro information retrieval výhodnější?

- V sekci 4.6 popisují, jak lze neortogonální model implementovat pomocí expanze dotazu na straně klienta.
 - Na serveru lze použít běžný invertovaný index, který uchovává původní dokumenty.
 - Na klientovi lze použít rozličné matice **S** bez změny obsahu indexu.
- Při expanzi indexovaných dokumentů **lze stále použít běžný invertovaný index**, ale **dochází až k n -násobnému nárůstu objemu uchovávaných dat** a **změna matic S vyžaduje opětovnou indexaci** všech dokumentů.

Děkuji vám za pozornost.