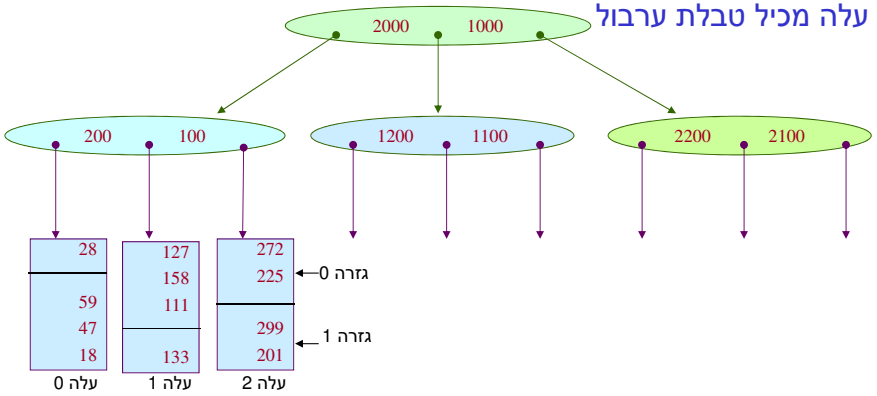
מבני אינדקס נוספים

קבצי אי-סדר חסום: Bounded Disorder (BD)

צירוף של עץ B^+ וטבלת ערבול
האינדקס הוא עץ B^+, כך שכל האינדקס נשאר בזיכרון הראשי
הרשומות יושבות בעלים שגודלם מסילה
כל עלה מכיל טבלת ערבול



קבצי אי-סדר חסום: Bounded Disorder (BD)

צירוף של עץ B^+ וטבלת ערבול
האינדקס הוא עץ B^+, כך שכל האינדקס נשאר בזיכרון הראשי
הרשומות יושבות בעלים שגודלם מסילה
כל עלה מכיל טבלת ערבול

פעולה	עצי B^+	ערבול	BD
חיפוש	2 גישות	גישה אחת	גישה אחת
מעבר סדרתי	קל	יקר	קל
תת-תחום	קל	יקר	קל
גודל הקובץ	גמיש	קבוע מראש (EH גמיש)	גמיש

אירגון טבלת הערבול

ההסתברות שגזרה מסוימת תגלוש: P_1

ההסתברות שבעלה יש גזרה שגלשה (כאשר m מספר הגזרות בעלה):

$$1-(1-P_1)^m = mP_1 - \binom{m}{2}{P_1}^2 + \cdots$$

אינה זניחה, ולכן

- כאשר **גזרה** גולשת, נשים את הרשומות העודפות בגרורה
- נפצל עלה רק כאשר מספר הרשומות **בעלה** גדול מקיבול **העלה**

<u>הערות:</u>

- האזור העיקרי של עלה וגרורותיו יימצאו באותו הגליל
- כדי לחסוך מקום אפשר לשתף גרורות

חיפוש רשומה עם מפתח x

1. בצע חיפוש בעץ B ומצא את כתובת העלה L אשר מכיל את x
2. אם כתובת הגזרה הראשונה של L היא a ו- L מכיל g גזרות,
   כתובת הגזרה של x היא $s = a + (h(x) \bmod g)$
3. אם x לא נמצא ו- s מלא, המשך את החיפוש בגרורה של s

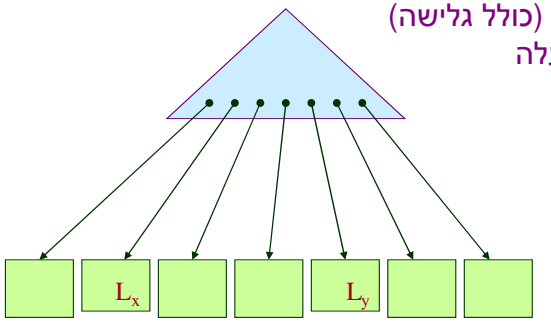
לרוב, גישת דיסק בודדת

הכנסת רשומה x

1. חפש את x בעץ B, ותגיע לגזרה s של עלה L
2. אם נותר מקום עבור x , הכנס וסיים
3. אחרת — הוסף את x לגרורה של s
4. אם מספר רשומות > גודל עלה:
   פצל את העלה – רשומות L תחולקנה בין שני עלים:
   מצא רשומה שערכה הוא החציון,
   פצל לפי רשומה זו,
   והוסף עלה לאינדקס (לעץ B).

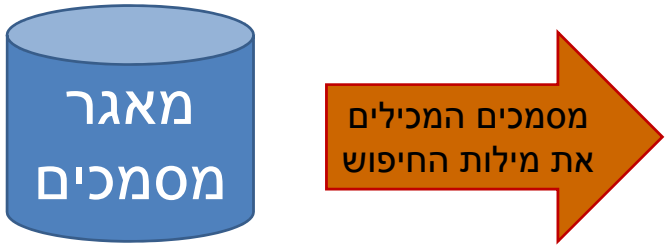
חיפוש טווח [x, y]

1. יהי L_x העלה של x ו- L_y העלה של y
2. עבור על כל העלים $L_x \le L \le L_y$ לפי הסדר
   עבור כל עלה:
   קרא את כל הסקטורים (כולל גלישה)
   מיין את כל רשומות העלה



קובץ הפוך (Inverted File)/ אינדקס הפוך (Inverted Index)

- מבנה עזר לחיפוש טקסט עבור מילות מפתח נתונות: נתונות מילות מפתח, מצא את המסמכים הרלוונטיים



TF-IDF
(Term Frequency-Inverse Document Frequency)

- השפעות על החיפוש:

1) ככל שמילת חיפוש מופיעה יותר פעמים במסמך כך המסמך יותר רלוונטי

2) מילים שכיחות משפיעות פחות ממילים נדירות

משקל TF-IDF

- שיטה אחת מני רבות לדירוג מסמכים כתשובה לשאילתת חיפוש
- term frequency – שכיחות מילה במסמך
  - המילה cat מופיעה 3 פעמים במסמך בן 100 מלים
  - TF = 3/100 = 0.03
- inverse document frequency – ההפכי של שכיחות המילה בכלל המסמכים
  - המילה cat מופיעה ב-1,000 מסמכים מתוך 10,000,000
  - IDF = log (10,000,000/1,000) = 4
- TF-IDF weight – המשקל שמקבל המסמך בחיפוש של המילה
  - TF-IDF = TF * IDF = 0.12

חישוב TF-IDF

- האינפורמציה הדרושה לחישוב:
  - מספר המסמכים הכללי
  - מספר המלים בכל מסמך
  - מספר המסמכים בהם מופיעה המילה X
  - מספר המופעים של המילה X בכל מסמך

⇦ קל לחישוב ולאחסון באינדקס רגיל

⇦ מורכב לחישוב, מאוחסן **באינדקס הפוך**

דוגמה לאינדקס הפוך

- טקסט :

1 6 12 16 18 25 29 36 40 45 54 58 66 70

That house has a garden. The garden has many flowers. The flowers are beautiful.

- קובץ הפוך (אינדקס הפוך)

Vocabulary	Occurrences
beautiful	70
flowers	45, 58
garden	18, 29
house	6

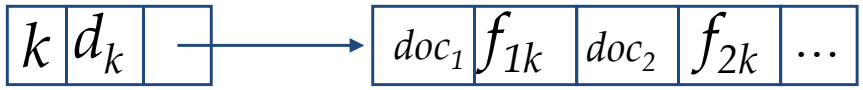
הקובץ ההופכי

docs	t1	t2	t3
D1	1	0	1
D2	1	0	0
D3	0	1	1
D4	1	0	0
D5	1	1	1
D6	1	1	0
D7	0	1	0
D8	0	1	0
D9	0	0	1
D10	0	1	1

Term	D1	D2	D3	D4	D5	D6	D7	…
t1	1	1	0	1	1	1	0	
t2	0	0	1	0	1	1	1	
t3	1	0	1	0	1	0	0	

קבצים הפוכים עבור TF-IDF

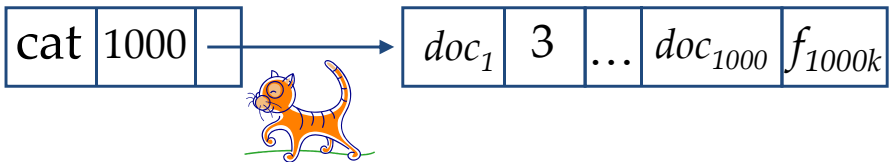
Vocabulary entry Posting file entry



d_k : document frequency of term k

doc_i : i-th document that contains term k

f_{ik} : term frequency of term k in document i



מפעילים מיון

Term	Doc #
now	1
is	1
the	1
time	1
for	1
all	1
good	1
men	1
to	1
come	1
to	1
the	1
aid	1
of	1
their	1
country	1
it	2
was	2
a	2
dark	2
and	2
stormy	2
night	2
in	2
the	2
country	2
manor	2
the	2
time	2
was	2
past	2
midnight	2

Term	Doc #
a	2
aid	1
all	1
and	2
come	1
country	1
country	2
dark	2
for	1
good	1
in	2
is	1
it	2
manor	2
men	1
midnight	2
night	2
now	1
of	1
past	2
stormy	2
the	1
the	1
the	2
the	2
their	1
time	1
time	2
to	1
to	1
was	2
was	2

יצירת הקובץ ההופכי

לכל מילה, שומרים את מזהה המסמך המכיל אותה

Doc 1

Now is the time for all good men to come to the aid of their country

Doc 2

It was a dark and stormy night in the country manor. The time was past midnight

Term	Doc #
now	1
is	1
the	1
time	1
for	1
all	1
good	1
men	1
to	1
come	1
to	1
the	1
aid	1
of	1
their	1
country	1
it	2
was	2
a	2
dark	2
and	2
stormy	2
night	2
in	2
the	2
country	2
manor	2
the	2
time	2
was	2
past	2
midnight	2

ממזגים רשומות כפולות ושומרים תדירות הופעות

Term	Doc #
a	2
aid	1
all	1
and	2
come	1
country	1
country	2
dark	2
for	1
good	1
in	2
is	1
it	2
manor	2
men	1
midnight	2
night	2
now	1
of	1
past	2
stormy	2
the	1
the	2
the	2
their	1
time	1
time	2
to	1
to	1
was	2
was	2

Term	Doc #	Freq
a	2	1
aid	1	1
all	1	1
and	2	1
come	1	1
country	1	1
country	2	1
dark	2	1
for	1	1
good	1	1
in	2	1
is	1	1
it	2	1
manor	2	1
men	1	1
midnight	2	1
night	2	1
now	1	1
of	1	1
past	2	1
stormy	2	1
the	1	2
the	2	2
their	1	1
time	1	1
time	2	1
to	1	2
was	2	2

Dictionary

Term	Doc #	Freq
a	2	1
aid	1	1
all	1	1
and	2	1
come	1	1
country	1	1
country	2	1
dark	2	1
for	1	1
good	1	1
in	2	1
is	1	1
it	2	1
manor	2	1
men	1	1
midnight	2	1
night	2	1
now	1	1
of	1	1
past	2	1
stormy	2	1
the	1	2
the	2	2
their	1	1
time	1	1
time	2	1
to	1	2
was	2	2

Postings

Term	N docs	Tot Freq
a	1	1
aid	1	1
all	1	1
and	1	1
come	1	1
country	2	2
dark	1	1
for	1	1
good	1	1
in	1	1
is	1	1
it	1	1
manor	1	1
men	1	1
midnight	1	1
night	1	1
now	1	1
of	1	1
past	1	1
stormy	1	1
the	2	4
their	1	1
time	2	2
to	1	2
was	1	2

Doc #	Freq
2	1
1	1
1	1
2	1
1	1
1	1
2	1
2	1
1	1
1	1
2	1
1	1
2	1
2	1
1	1
2	1
2	1
1	2
2	2
1	1
1	1
2	1
1	2
2	2

חיפוש של
"time" AND "dark"

Dictionary

Term	N docs	Tot Freq
a	1	1
aid	1	1
all	1	1
and	1	1
come	1	1
country	2	2
dark	1	1
for	1	1
good	1	1
in	1	1
is	1	1
it	1	1
manor	1	1
men	1	1
midnight	1	1
night	1	1
now	1	1
of	1	1
past	1	1
stormy	1	1
the	2	4
their	1	1
time	2	2
to	1	2
was	1	2

Postings

Doc #	Freq
2	1
1	1
1	1
2	1
1	1
1	1
2	1
2	1
1	1
1	1
2	1
1	1
2	1
2	1
1	1
2	1
2	1
1	2
2	2
1	1
1	1
2	1
1	2
2	2

שני המסמכים מכילים את המילה "time" אך רק מסמך מספר 2 מכיל את המילה "dark"

חישוב TF-IDF עבור
"time" AND "dark"

Dictionary

Term	N docs	Tot Freq
a	1	1
aid	1	1
all	1	1
and	1	1
come	1	1
country	2	2
dark	1	1
for	1	1
good	1	1
in	1	1
is	1	1
it	1	1
manor	1	1
men	1	1
midnight	1	1
night	1	1
now	1	1
of	1	1
past	1	1
stormy	1	1
the	2	4
their	1	1
time	2	2
to	1	2
was	1	2

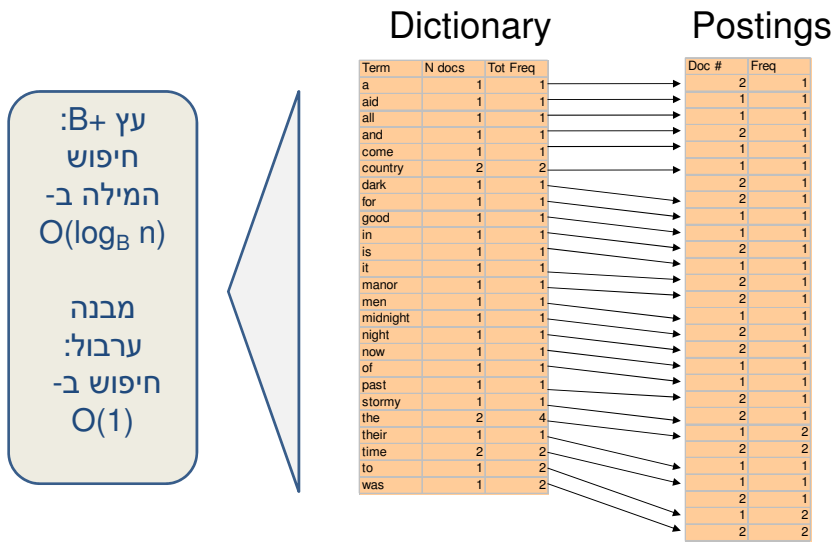
Postings

Doc #	Freq
2	1
1	1
1	1
2	1
1	1
1	1
2	1
1	1
2	1
2	1
1	1
2	1
2	1
1	1
1	1
2	1
2	1
1	2
2	2
1	1
1	1
2	1
1	2
2	2

- אחת השיטות: בחיפוש מספר מלים סוכמים את המשקל של כולן

$$Doc_1: \underbrace{\frac{1}{16} \times log\frac{2}{2}}_{time} + \underbrace{\frac{0}{16} \times log\frac{2}{1}}_{dark} = 0$$

$$Doc_2: \frac{1}{16} \times log\frac{2}{2} + \frac{1}{16} \times log\frac{2}{1} = log2$$



חישוב בעזרת MapReduce

- שלב ראשון: חישוב Term frequency

- Map: (docname, contents) → ((word, docname), 1)
- Reduce: ((word, docname), list(1)) →list((word, docname), *f*)

- *f* הוא מספר המופעים של word ב-document
- תזכורת: לפני ה-()Reduce מתבצע מיון
- על פי מה כדאי לבצע את ה-Shuffle (חלוקה ל-reducers)?

חישוב בעזרת MapReduce

- שלב שני: חישוב Document frequency

- Map: ((word, docname), *f*) → (word, (docname, *f*, 1))
- Reduce: (word, list(docname, *f*,1)) →
  list((word, docname), (*f*,*d*))

- *d* הוא מספר המסמכים בהם מופיעה word
- למה *f* מופיע בקלט של שתי הפונקציות?
- את תוצאת ה-()Reduce ניתן להכניס ישירות למבנה האינדקס
- ניתן לשמור את מספר המלים במסמך במבנה נפרד או בתוך האינדקס ההפוך

סיכום ביניים