**דו"ח תרגיל בית 4**

Word Embeddings

**שמות המגישים + ת"ז:**

עוביידה חטיב, 201278066

מאיה עטואן, 314813494

**חלק א'**

1. המשפטים חולצו מקובץ ה- JSONL, ועברו טוקנזציה תוך כדי הסרת טוקנים שאינם מלים. כל משפט נשמר בסוף כרשימה של טוקנים של המלים שמרכיבות אותו, שהתווספה לרשימה של רשימות.

הטוקן נחשב למילה (ועל כן נהיה חלק מהטוקנים שמרכיבים את המשפט) אם הוא מקיים את שלושת התנאים הבאים:

1. הוא מתחיל באות עברי.
2. הוא מסתיים באות עברי או בגרש (').
3. האותיות שבאמצע (חוץ מהראשונה והאחרונה) מורכבות או מאותיות עבריות או מגרש (') או גרשיים (")

כמו כן, נלקחו בחשבון מקרים בהם המילה באה בין גרשיים, ע"י כך שאם המילה לא עונה על אחד משלושת התנאים הנ"ל אך מתחילה ב- [',"] ומסתיימת בסימן זהה, והמילה שבאמצע (לא כולל האותיות הראשונה והאחרונה) עונה לשלושת התנאים שלמעלה, גם כן היא נחשבת למילה ורק החלק שבאמצע מתווסף כטוקן לרשימה.

1. הארגומנט window מציין את כמות הטוקנים שנלקחים בחשבון לפני ואחרי הטוקן שנרצה לבנות לו וקטור. הערך של window נבחר להיות 5 מפני שהוא נותן הקשר טוב, ערך יותר קטן מפספס מלים שהם כן רלוונטיים לטוקן, וערך יותר גדול הרבה פעמים נוטה לכלול מלים שלא כך קשורות.

הארגומנט min\_count מציין את כמות ההופעות המינימלית של הטוקן בקורפוס על מנת להיכלל במטריצה. מפני שהקורפוס שלנו נחשב לקטן יחסית, החלטנו לקבוע את הערך של המשתנה להיות 1 על מנת לכלול כמה שיותר מלים.

הארגומנט vector\_size המציין את אורך הווקטור של הטוקן נבחר להיות 100, כך שהמספר מאזן בין גודל ייצוג מספיק טוב וסיבוכיות לא גבוהה.

הערכים נבחרו על סמך הביצועים שלהם על שתי המשימות של דמיון בין מלים ודמיון בין משפטים.

**שאלות**

1. **הסבירו מה המשמעות, ומה היתרונות והחסרונות של הגדלת והקטנת גודל הוקטור- vector\_size.**

* וקטור גדול נותן ייצוג יותר טוב וביטוי יותר טוב לתכונות, מה שיכול להשתקף בדיוק יותר טוב, לעומת וקטור קצר.
* שימוש בווקטור גדול עלול לייצור Overfitting יותר מאשר שימוש בווקטור קטן.
* ווקטור גדול מצריך יותר זמן אימון וחישוב לעומת ווקטור קטן.
* שימוש בווקטורים גדולים מצריך יותר מקום לעומת ווקטור קטן.

1. **הסבירו מה הבעיות שיכולות לעלות משימוש במודל הנ"ל , שאומן על הקורפוס שלנו.** **התייחסו בתשובתכם לאופן שבו יצרנו את הקורפוס, לגודל שלו ולשימושים פוטנציאלים של המודל.**

* הקורפוס שלנו נחשב לקטן יחסית, ויכול להיות שהרבה מלים לא מיוצגות בו או מיוצגות אך לא במספיק הקשרים בהם המילה יכולה לבוא.
* הקורפוס שלנו לקוח מפרוטוקולי הכנסת, ויכול להיות שהביצועים שלו לא יהיו טובים מספיק על משפטים שנלקחו מהקשרים אחרים. סיבה אחת לכך יכולה להיות למשל בגלל שבדיוני הכנסת הקשרים יותר נפוצים מאחרים.

**חלק ב'**

1. המשימה בוצעה בקוד שלנו ע"י הפונקציה 'most\_similar\_words' אשר מחשבת את הדמיון בין כל מילה ושאר המלים על סמך המודל שיצרנו, מסדרת אותם ומדפיסה לקובץ 'knesset\_similar\_words.txt' את 5 הראשונות ביחד עם ציון הדמיון בין שתי המלים.
2. הנדרש מבוצע בקוד שלנו ע"י הפונקציה 'sentences\_embed', אשר מקבלת כקלט את המשפטים כרשימה של מלים בלבד (שהתקבלו לאחר ניקוי של הלא-מלים), ואת וקטורי המלים של המודל שחושבו קודם לכן. עבור כל משפט, הפונקציה בונה וקטור שהוא ממוצע של ווקטורי המלים המרכיבות את המשפט. במידה ולמלים של משפט אין ייצוג כלשהו, הוא מיוצג ע"י ווקטור של אפסים. הפונקציה מחזירה רשימה של הוקטורים שיצרה עבור כל משפט.
3. המשפטים בנחרו כך שיכילו מגוון רב של תכונות. המשפטים לקוחים גם מפרוטוקולי הועדות וגם מפרוטוקולי המליאות, בעלי אורכים שונים, עוסקים בנושאים שונים, משפטים אשר מכילים רק טוקנים שכיחות ואחרים שמכילים טוקנים נדירים, משפטים המכילים עובדות או לא, משפטים בעלי אופי חיובי ומשפטים בעלי אופי שלילי, משפטים נאמרים בגופי זכר, נקבה, ורבים, ומשפטים המכילים שמות פרטיים ושמות מדינות או שלא.

עבור כל אחת מהמשפטים, ווקטורי Embedding מיוצרים באמצעות אותה פונקציה ' sentences\_embed' מהסעיף הקודם.

הפונקצה most\_similar\_sentence מקבלת כקלט את המשפטים שנבחרו, ה- Embedding שלהם, ביחד עם שורות הקורפוס ווקטורי ה- Embedding עבור כל אחת, ובאמצעות cosine\_similarity מוצאות עבור כל אחד מהמשפטים שנבחרו את המשפט הכי קרוב מתוך משפטי הקורפוס, ומדפיסה את הפלט בפורמט הנדרש לקובץ ' knesset\_similar\_sentences.txt'.

1. כגדכגד

**שאלות**

1. **האם המילים הכי קרובות שקיבלתם בסעיף א' תואמות את הציפיות שלכם? הסבירו. גם אם תאמו לציפיות וגם אם לא, נסו להסביר מדוע זה עבד או לא עבד טוב.**

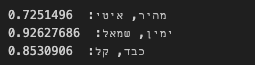
חלק מהמלים שקיבלנו היו צפויות, וחלק לא. המלים שהיו צפויות להיות דומות של המלים הנתונים היו אותה מילה אבל בניתוח תחבירי שונה (למשל, 'וחבר', ו- 'לחבר' כדומות ל- 'חבר'), מלים מאותם הקשר (כמו 'רשות' ו- 'עיריית' כדומות ל- 'רשות'). תוצאה מעניינת הייתה למלים הדומות למילה "גברת" כאשר היו שמות נקבה. המלים הדומות למילה "בוקר" לא היו צפויים, אחד ההסברים לכך יכול להיות שהמילה באה לרוב בתחילת המשפט, ולכן החלון שלה מורכב רק מ- 5 המלים הבאים אחריה. סיבה אחרת היא שמילה יכולה לבוא בהקשרים מרובים, או שאין לה הקשר ספציפי לעומת אחרות. סיבה אחרת יכולה להיות בגלל שהקורפוס קטן.

1. אם ניקח שתי מילים שנחשבות להפכים (antonyms), למשל "אהבה" ו"שנאה", או "קל" ו"כבד". האם היינו מצפים שהמרחק בין שני וקטורי המילים שלהן יהיה קצר או ארוך? הסבירו.

נצפה שהמרחק בין שני הווקטורים של מילה וההופכית שלה יהיה קצר, משום ששתי המלים נוטות להופיע בהקשרים דומים. למשל, 'אהבה' ו- 'שנאה' מופיעות במשפטים המדברים על רגשות.

1. מצאו שלושה זוגות של מילים שנחשבות להפכים (antonyms) הקיימות בקורפוס שלנו ובדקו את המרחק ביניהן. האם הציפייה שלכם מסעיף 2 מתקיימת עבורן עם המודל שבניתם?

להלן התוצאות שקיבלנו עבור 3 הזוגות: (מהיר, איטי), (ימין, שמאל), ו- (כבד, קל). התוצאות תואמות במידה רבה לציפיות שלנו בסעיף 2.

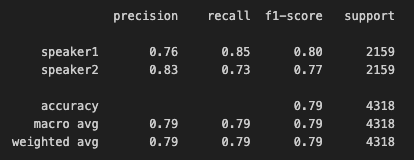


1. האם המשפטים הכי קרובים בסעיף ג' תאמו לציפיות שלכם? הסבירו. גם אם תאמו לציפיות וגם אם לא, נסו להסביר מדוע זה עבד או לא עבד טוב.

המשפטים שקיבלנו תאמו ברובם לציפיות שלנו של לקבל משפטים דומות או משפטים מאותו הקשר או הדנות באותו נושא. במשפט אחד (האחרון בקובץ) התקבל משפט שדומה בדיוק למשפט שניתן כקלט, וכשחזרנו לקורפוס התברר שהמשפט הופיע פעמיים, ומסתבר שזאת ההופעה האחרת שלו.

**חלק ג'**

השתמשנו באותו קוד שהשתמשנו בו עבור המשימה הבינארית בתרגיל בית 3, עם השינוי שבמקום ווקטורי המאפיינים הוא ישתמש ב- sentence embedding של המשפטים שני הדוברים. ה- embedding של המשפטים נעשה באותה דרך שהוסברה בחלק ב', סעיף ב' ובהתבסס על המודל שבנינו מקודם. הערכים של הפרמטרים של מודל ה- KNN היו דומים לערכים של הפרמטרים שלו מתרגיל בית 3, שהם כערכי ברירת המחדל, מלבד n\_neighbors=8, ו- weights='distance'. התוצאות שהתקבלו מצורפות להלן:



1. **האם עבור אותם פרמטרים ותנאים שהשתמשתם בהם בתרגיל 3 קיבלתם תוצאות טובות יותר או פחות עבור וקטור המאפיינים הנ"ל? הסבירו מדוע לדעתכם זה קרה.**

התוצאות שהתקבלו היו פחות טובות בהשוואה לתוצאות שהתקבלו עבור שני ווקטורי המאפיינים, ה- TF-IDF והמותאם אישית שבנינו בתרגיל הבית הקודם. זה יכול לנבוע מכך שהווקטור של המשפט כעת לא משקף תכונות אישיות של הדובר כמו שני הווקטורים האחרים, אלא יותר את המלים המרכיבות אותו, כך שמאפיינים כמו אורך המשפט לא מיוצגים בו, לכן פחות מתאים למשימה של הבחנה בין שני דוברים.

**חלק ד'**

הקוד מומש כך שהוא קורא את שני הקבצים: האחד עם המשפטים המקוריים, והשני עם המשפטים הממוסכים. המופעים של [\*] מוחלפים ב- [MASK]. האלגוריתם לאחר מכן חוזה את הטוקנים החסרים באמצעות מודל DictaBERT, ולבסוף שומר את התוצאות לקובץ ' dictabert\_results.txt' לפי המבנה הנדרש.

1. **האם קיבלתם משפטים הגיוניים? מבחינת התוכן, קוהרנטיות ומבחינה תחבירית.**

המשפטים שקיבלנו לרוב בעלי משמעות ונכונים מבחינה תחבירית.

1. **האם קיבלתם השלמות קרובות למילים החסרות האמיתיות? פרטו.**

חלק גדול מההשלמות היו של הטוקנים הנכונים, החלק האחר לא נחזו במדויק, אך במקום נחזו טוקנים הגיוניים שיצרו משפטים בעלי משמעות, שלפעמים תואמת למשמעות המקורית ולפעמים משמעות אחרת. ניתן לשים לב, שהמלים שלא נחזו נכון לרוב נמצאות במשפטים ארוכים, ושהן נכונות להקשר הצר סביב המילה יותר מאשר למשפט עצמו.

1. **השוו את התוצאות שקיבלתם עכשיו לאלו שקיבלתם בתרגיל בית 2. האם יש שיפור בתוצאות לדעתכם?**

התוצאות שקיבלנו בעלות אחוז דיוק גבוה באופן משמעותי מהתוצאות של תרגיל בית 2. כמו כן, המלים המחליפות יוצרות משפטים יותר קוהרנטיים ונכונים תחבירית.

1. **האם יש משפטים שעבורם המודל עבד פחות טוב? אם כן ואם לא, הסבירו מה לדעתכם הסיבה לכך.**

לפי המדגם שלנו, ניתן לראות שהמודל עובד יותר טוב עבור המשפטים בעלי אורך קצר יותר מאשר משפטים ארוכים. הסיבה לדעתי בכך שההקשר של המילה במשפטים הקצרים יהיה המשפט כולו ולכן המילה מותאמת יותר טוב למשפט. בנוסף, ניתן לשים לב שהמודל לא מצליח לחזות באופן מדויק את הטוקנים הממוסכות כאשר ההפרש ביניהם לא גדול, וזה יכול לנבוע מכך שהשלמה אחת שהם לא בהכרח מדויקות משפיעה על ההשלמה שאחריה וכך.

1. **באילו מקרים לדעתכם יש למודל סיכוי גבוה יותר להכשל או להחזיר תוצאה פחות טובה? מדוע?**

כפי שהוזכר בסעיף הקודם, אנחנו מצפים שהמודל יעבוד טוב עם משפטים קצרים, ומשפטים שהטוקנים הממוסכות בהם רחוקות אחת מהשנייה ואין חיתוך בין החלונות סביבם. כמו כן, אנחנו מצפים שהמודל יודע לחזות טוקנים יותר נפוצים כך שהוא תופס את הקשר יותר רחב שלהם.