



הרמון אקורדים באמצעות למידת מכונה

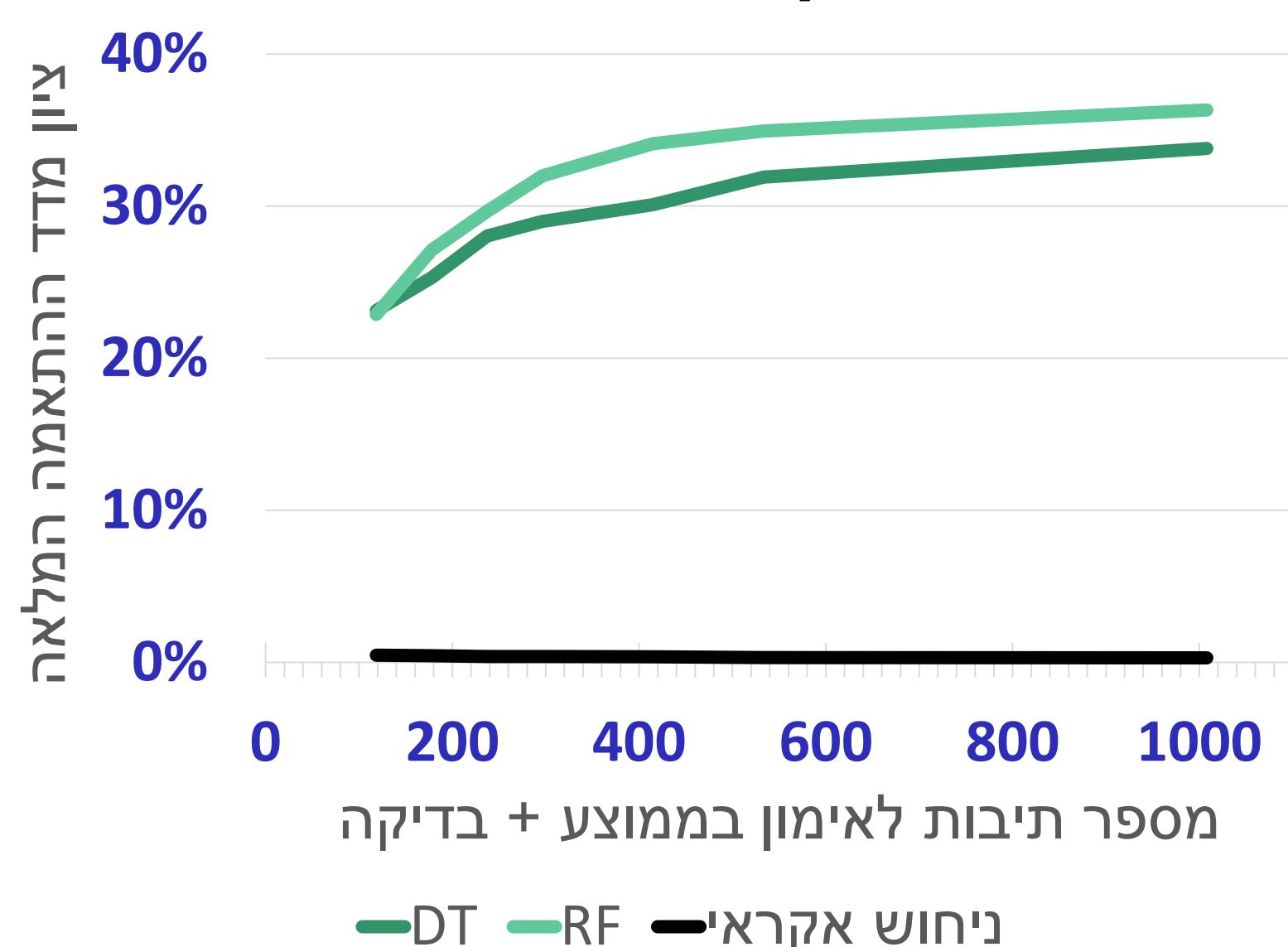
העדפת האוזן האנושית

דרך נוספת לבדוק עד כמה טובים האקורדים שבונה Random Forest היא לבדוק עד כמה אנשים מעדיפים את הגרסה המקורית של השיר לעומת הגרסה עם האקורדים שנוצרו על ידי האלגוריתם. בגרף 4 מופיעות תוצאות הסקר שבוצע על ידנו. ניתן לראות כי יש שירים בהם הייתה העדפה לאקורדים המקוריים, שירים בהם העדפה לאקורדים המולחנים ושירים ללא העדפה מובהקת. בנוסף, בממוצע, לא ניתן לראות העדפה ברורה לאקורדים המקוריים.



תרשים 4- העדפה מוסיקלית, אילו אקורדים מועדפים? (13 נבדקים) השוואת העדפות נבדקים (ללא הכשרה מוזיקלית בהכרח) בין האקורדים המקוריים (כחול) לבין האקורדים שהונפקו על ידי האלגוריתם (ירוק).

תרשים 3- השפעת הוספת מידע על דיוק האלגוריתם



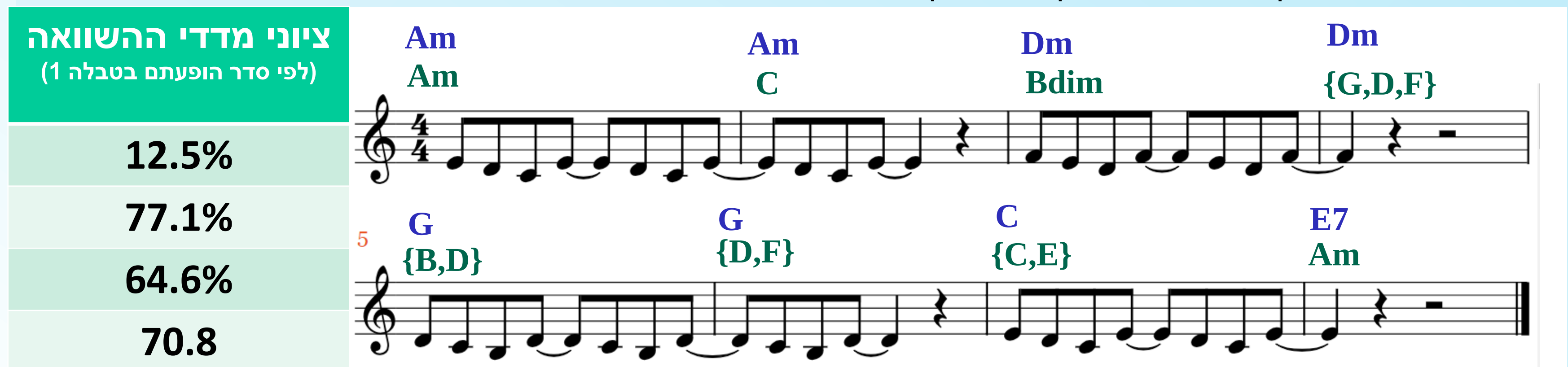
דיון

ישנם כמה כיוונים למחקרים עתידיים. האחד הוא בדיקה יסודית יותר של דעת האוזן האנושית. ניתן לבדוק את ההעדפות בקרב אנשים עם רקע מוסיקאלי שונה, מגדרים שונים, וכד'. מחקר נוסף שניתן לעשות הוא השוואת האלגוריתמים בסגנונות מוסיקה שונים או עם רמת מורכבות אחרת מאשר זו של השירים שנבדקו.

האלגוריתמים שנבדקו

במחקר זה השווינו בין ארבעה אלגוריתמים לומדים:

1. Gaussian Naive Bayes (GNB): אלגוריתם זה משתמש בכלל הסתברותי הנקרא "חוק בייס" כדי לחשב את ההסתברות לכל פלט אפשרי בהינתן הקלט. לאחר מכן הוא בוחר את הפלט עם ההסתברות הגבוהה ביותר.
2. Support Vector Machine (SVM): אלגוריתם זה מחלק את מרחב אפשרויות הקלט לחלקים באמצעות על מישורים (מרחב הקלט הוא מרחב וקטורי, כל על מישור חוצה את המרחב לשני חלקים). לאחר מכן לכל חלק הוא קובע פלט מתאים לפי המידע עליו אומן.
3. Decision Trees (DT): אלגוריתם זה מחלק את מרחב הקלטים האפשריים לקטגוריות באמצעות שאלות של "כן ולא" על תכונות הקלט.
4. Random Forest (RF): אלגוריתם זה הוא הכללה של Decision Trees. האלגוריתם יוצר מספר רב של Decision Trees עם ערכי התחלה קצת שונים, ולכל קלט שמתקבל מבצע הצבעה בניהם עבור הפלט המתאים.



טבלה 2- השוואה בין האקורדים המקוריים ביצירה (במקרה זה "תפילה") לבין האקורדים שהופקו על ידי האלגוריתם (RF). כפי שניתן לראות מדף התווים, על אף שכמות הפעמים בהן האלגוריתם חוזה את האקורד המקורי במדויק היא קטנה, יש הרבה מקרים בהם ההבדל בין השניים לא גדול. התווים לקוחים מתוך הספר "אורגנית בראש קל חלק ב' של רוני צור, עמוד 8, והועתקו לגרסה אלקטרונית, בעזרת האתר www.noteflight.com. לפי המידע בספר, מילות השיר הן של בצלאל אלון והלחן של הנרי ברטר.

השוואת האלגוריתמים

על מנת למדוד את טיב האלגוריתמים הצענו כמה מדדים שונים (המפורטים בטבלה 1). הציון הסופי שניתן לאלגוריתם הוא ממוצע הציונים שקיבל עבור כל האקורדים שנבדקו.

המדד בו בחרנו להשתמש בסופו של דבר כדי לדרג את האלגוריתמים הוא מדד ההתאמה המלאה (שורה ראשונה בטבלה). זאת מכיוון שבמדד זה ההבדלים בין האלגוריתמים היו מובהקים יותר מאשר מבשאר המדדים, זאת על אף שציוני האלגוריתמים לפי מדד זה נמוכים מאשר בשאר שיטות ההשוואה.

את כל ציוני האלגוריתמים השונו לאלגוריתם שלא עושה דבר, אלא בוחר את האקורד באקראיות (לפי התפלגות בהתאמה לשכיחויות). אלגוריתם זה מופיע בגרפים בשם "ניחוש אקראי".

תוצאות

גילינו כי Random Forest מקבל ציונים גבוהים מיתר האלגוריתמים שנבדקו (SVM, DT, GNB), אין רגישות גדולה לנתונים המועברים כקלט לאלגוריתם (רשימת תווים, או משך הנגינה של התווים) ומספיקה כמות יחסית קטנה של שירים לאימון האלגוריתמים על מנת לייצר תוצאה שנשמעת טוב כפי שניתן לראות בתרשים 3.

על הקשר בין מוסיקה למחשבים (מבוא)

רבות נקודות ההשקה בין מדעי המחשב למוסיקה. נכון להיום ישנם אלגוריתמים המזהים יצירות ביעילות, מאפיינים סולמות מוזיקאליים בהן, ואף כאלה המלחינים יצירות שלמות. במחקר זה התמקדנו בסוגיה דומה – יצירת אלגוריתם שמהרמן יצירות מוסיקאליות.

לבניית אלגוריתם שכזה יתרונות רבים, החל מפתחת הצורה למוזיקולוגיה כמדע מדויק, דרך אישוש או הפרכת תיאוריות מוזיקולוגיות, וכלה בהעלאת סוגיית האנושיות והיצירתיות במוסיקה.

לעבודה זו גם יתרון טכנולוגי-מעשי, שכן גם כאשר קטנה כמות המידע שבאמצעותו אומן האלגוריתם שבנינו, לא ניכר שינוי רב בדיוקו לפי המדדים באמצעותם השתמשנו.

מטרת המחקר

להשתמש באלגוריתמים מתחום למידת מכונה כדי לבנות אקורדים ללחן קיים.

האקורדים שנחזו על ידי האלגוריתם	האקורד המקורי ביצירה	ציון החיזוי (בהינתן שהאקורד מעל העמודה נחזה)	קריטריון השוואה
		100%	האם יש התאמה מלאה?
		0%	מספר תווים משותפים חלקי מספר תווי האקורד שנחזה
		66.7%	מספר תווים משותפים חלקי מספר תווי האקורד המקורי
		66.7%	ממוצע בין שני המדדים הקודמים.

טבלה 1- דוגמה לקריטריוני ההשוואה בעבודה. התווים נעשו באמצעות www.noteflight.com

